

Animal Sciences Group

Kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 130

Energiebesparing met alternatieve verwarmingssystemen in de vleeskuikenhouderij

Mei 2008



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR



Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstrept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

Burning wooden chips or pellets is a good way to reduce costs of heating in broiler houses. Other applicable systems are heat pumps connected to floor heating and storage of heat in the soil or heat exchangers.

Keywords: heating costs, broilers, heating systems, energy

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs: H. Ellen, D. van Rijn, H. Smeets

Titel: Energiebesparing met alternatieve verwarmingssystemen in de vleeskuikenhouderij
Rapport 130

Opdrachtgever en financier:

Productschap Pluimvee en Eieren (PPE)

Samenvatting

Het verbranden van houtsnippers of -pellets kan de energiekosten op een vleeskuikenbedrijf sterk verlagen. Andere mogelijkheden zijn het toepassen van een warmtepomp gekoppeld aan vloerverwarming en opslag van warmte in de bodem of het toepassen van een warmtewisselaar.

Trefwoorden: verwarming, energie, energiebesparing, verwarmingskosten, vleeskuikens



Rapport 130

Energiebesparing met alternatieve verwarmingssystemen in de vleeskuikenhouderij

Reducing energy consumption with alternative heating systems in the broiler sector

H. Ellen
D. van Rijn
J.H. Smeets

Mei 2008

Voorwoord

Voor u ligt het rapport met de titel “Energiebesparing met alternatieve verwarmingssystemen in de vleeskuikenhouderij.” Dit rapport is het resultaat van ons afstudeeronderzoek voor de hogeschool Van Hall Larenstein, waarmee wij de opleiding dier- en veehouderij, richting international livestock management hebben afgerond.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de divisie veehouderij van de Animal Sciences Group Wageningen en is gefinancierd door het Productschap voor Pluimvee en Eieren (PPE). Het onderzoek vond plaats in de periode februari 2007 – juli 2007.

Bij deze willen wij onze begeleider vanuit de Animal Sciences Group, Ing. H.H. Ellen bedanken voor zijn vakkundige begeleiding gedurende het onderzoek.

Ing. D. van Rijn
Ing. J.H. Smeets

Samenvatting

Door de stijgende energieprijzen is de kostprijs voor het verwarmen van de vleeskuikenstallen in de laatste jaren omhoog gegaan. We zien de afgelopen jaren een stijging van de verwarmingskosten per 100 opgezette kuikens van € 3,30 in 2001 naar € 4,50 in 2005. Vanwege dit feit zijn vleeskuikenhouders op zoek naar alternatieve (energie besparende) methoden voor het verwarmen van hun stallen.

Dit rapport beschrijft de meest actuele en best toepasbare alternatieve en energieverbruik reducerende verwarmingssystemen. Van deze systemen zijn de investeringen berekend en het economisch rendement.

Voor de beschrijvingen in het rapport is een fictief bedrijf opgesteld van drie stallen met in totaal 90.000 kuikenplaatsen. Dit bedrijf wordt omschreven als het standaard bedrijf. De thermische vermogensbehoefte van dit bedrijf is 185 kW per stal. Deze capaciteit is als uitgangspunt gebruikt voor het berekenen van grootte van de verschillende verwarmingssystemen.

Het meest voorkomende alternatieve verwarmingssysteem is de houtkachel. De houtkachel kan gestookt worden op houtsnippers of houtpellets. Daarnaast kan men in sommige speciale houtkachels ook andere vaste brandstoffen stoken, zoals graan en Miscanthus. Dit gebeurt op dit moment al in landen zoals Duitsland. In Nederland is de toepasbaarheid en de economische haalbaarheid van deze brandstoffen nog niet bewezen.

Een andere mogelijke brandstof is pluimveemest. Pluimveemest kan moeilijk verbrand worden, het vergassen levert betere resultaten. Op grotere schaal zijn er projecten op het gebied van pluimveemest vergassing. Voor de pluimveehouder kunnen emissie regelgeving plus de hoge investering in een dergelijk systeem een obstakel zijn voor het aanschaffen van de vergasser. Daarnaast is het vergassen van pluimveemest op kleine schaal nog in de onderzoeksfase.

Warmtepompen zijn goed toepasbaar voor het verwarmen van de vleeskuikenstallen. Een warmtepomp kan aangesloten worden op een vloerverwarming, en is in combinatie met het Kombidek systeem van R&R-systems ammoniak reducerend. Een nadeel van de warmtepomp is dat het opwarmen van de stal lang kan duren, zeker als de stal geheel afkoelt tijdens de leegstand.

Een manier om het energiegebruik voor verwarming van de vleeskuikenstal met een hoog percentage terug te dringen is door het toepassen van een warmtewisselaar. In het verleden waren warmtewisselaars al toegepast in de vleeskuikenstallen, maar deze hadden veel last van technische storingen, veroorzaakt door vervuiling. De huidige generatie warmtewisselaars zijn verder ontwikkeld en ondervinden geen last deze storingen. Volgens de leveranciers kan het gebruik van een warmtewisselaar een reductie van 50-60% op de stookkosten opleveren.

Een systeem dat gebruik maakt van warmtepompen en warmtewisselaars is Terra Sea. Dit systeem is gericht op het optimaliseren van het stalklimaat. Door middel van het systeem worden temperatuursinvloeden van buitenaf geminimaliseerd. Het systeem is gericht op het verlagen van de energiekosten en het verbeteren van de technische resultaten.

De investeringen in de diverse energie (besparende) verwarmingssystemen lopen uiteen. De investering in een warmtewisselaar is laag; de investering in een mestvergassingssysteem is hoog. Met een warmtewisselaar wordt bespaard op het energiegebruik en met een vergasser kan uiteindelijk winst gemaakt worden. Het hangt van de bedrijfsvoering af wat het ideale systeem is.

Summary

Due to the increasing energy prices in the past years, has the cost price for heating the broiler houses increased. In the past years, the costs for heating the houses increased from € 3,30 in 2001 to € 4,50 in 2005 (per 100 broilers housed).

Due to this fact, broiler farmers are searching for alternative (energy saving) methods for heating their houses.

The most current and best applicable alternative energy systems and the energy reducing systems are described in this report. Next to this description, the feasibility and financial efficiency of these systems are discussed.

To compare each system, a fictitious company is used. This company, called the standard farm, exists of 3 broiler houses and has 90.000 broiler places in total. The thermal energy need of this farm is set on 185 kW per house. This capacity is used as a standard to calculate the size and capacity of the different energy systems.

The most common alternative energy system is the fire box boiler. Wooden chips and pellets can be used as fuel for the fire box boiler. There are also other special fire box boilers available which can be filled with other alternative solid fuels like wheat and Miscanthus. At this moment, this principle is already applied in countries like Germany. The feasibility of these fuels has not been proven yet in The Netherlands.

Another possible fuel is poultry manure. Poultry manure is difficult to burn, gasification of the fuel gives better results. On large scale, projects focussed on the gasification of poultry manure are in progress. An obstacle for the broiler farmer to apply a gasification system on his broiler farm are the strict legislation concerning emission exhaustion and the high investment of a gasification system. Next to this, the principle of small scale gasification is still in the research phase.

Heatpumps are well applicable for heating the broiler houses. A heat pump can be connected to a floor heating system and reduces the ammonia concentration in combination with the Kombidek system of R&R systems. A disadvantage of the heat pump is that it takes a long time to get the broiler house on the right temperature, especially after the production interval.

A way of reducing the energy use of the broiler houses with a high percentage is to apply a heat exchanger in the broiler house. In the past, heat exchangers were already applied in the broiler houses, but these exchangers suffered from a lot of technical errors, mostly caused by pollution. The current generation of heat exchangers is more developed and does not suffer from these technical errors.

According to the supplier, the use of a heat exchanger can give a reduction of 50-60% on the heating costs of the broiler house.

A system which makes use of heat exchangers and heat pumps is the Terra Sea system. This system is focussed on optimizing the climate conditions in the broiler house. When the system is applied in a broiler house, external temperature influences are minimized.

The system is focussed on reducing the energy costs, and on the improvement of the birds performance.

The investments in the different energy (reducing) systems vary. The investment in a heat exchanger is low, the investment in a poultry manure gasification system is high. With a heat exchanger, the energy use is reduced. On the other hand, with a gasification system profit can be generated. The ideal energy system which can be applied depends on the farm management and strategy.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Onderzoeksvragen	2
2	Werkwijze	3
2.1	Introductie	3
2.2	Uitgangspunten: Het standaard bedrijf.....	3
2.2.1	Technische uitgangspunten	3
2.2.2	Energetische waardes en prijzen	4
2.2.3	Financiële uitgangspunten	4
2.3	Vermogensbehoefte en temperatuursverloop	5
2.4	Gegevens verzamelen.....	7
3	Houtkachels	8
3.1	Beschrijving	8
3.2	Regelgeving	9
3.3	Voor- en nadelen	9
3.4	Investering en jaarkosten	10
4	Alternatieve brandstoffen	12
4.1	Houtsnippers	12
4.2	Houtpellets	13
4.3	Miscanthus	13
5	Mestvergassing	15
5.1	Beschrijving	15
5.2	Voor- en nadelen	16
5.3	Investering en jaarkosten	17
6	Warmtepompen	18
6.1	Beschrijving	18
6.1.1	Gesloten warmtepomp systeem	18
6.1.2	Open bron systemen	19
6.2	Kombidek verwarmings-/koelsysteem	19
6.2.1	Beschrijving	19
6.2.2	Investering en jaarkosten	20
6.2.3	Voor- en nadelen:	20
6.3	TerraSea	20
6.3.1	Beschrijving	21
6.3.2	Investering en jaarkosten	22
6.3.3	Voor- en nadelen	22

7	Warmtewisselaars	24
7.1	Beschrijving	24
7.1.1	Agro Supply.....	24
7.1.2	Plettenburg.....	25
7.2	Vermogensbehoefte en stookuren.....	26
7.3	Voor- en nadelen	27
7.4	Investering en jaarkosten	27
8	Discussie	28
9	Conclusie	30
	Literatuur	31
	Bijlagen	33
	Bijlage 1 Miscanthus rekenmodel.....	33
	Bijlage 2 Berekening vergasser	35

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De afgelopen jaren is de markt voor het inkopen van energie vrijgegeven door de overheid. De verwachting was dat door meer concurrentie de prijzen voor energie niet veel zouden stijgen. Het tegendeel blijkt echter vanuit de praktijk. Zowel de prijs voor elektriciteit als voor (aard)gas zijn gestegen. We zien de afgelopen jaren een stijging van de verwarmingskosten per 100 opgezette kuikens van € 3,30 in 2001 naar € 4,50 in 2005 (kostprijsberekeningen). Mede door het feit dat de prijs van aardgas is gekoppeld aan de prijs van olie. De toename van de prijzen voor met name gas is voor een aantal vleeskuikenhouders inmiddels al aanleiding geweest om over te stappen op een andere brandstof of wijze van het verwarmen van de stallen.

Vleeskuikenstallen worden veelal verwarmd door middel van zogenaamde heteluchtkanonnen. Hierin wordt gas verbrand en met behulp van een ventilator wordt de warmte (en de verwarmingsgassen) in de stal verdeeld. Een andere manier van verwarmen is die via centrale verwarming, al of niet in combinatie met vloerverwarming. Hierbij wordt water opgewarmd in een CV-ketel waarna het water via buizen langs de kant en/of leidingen in de vloer de stal verwarmen. Voordeel van deze manier van verwarmen is dat er geen verbrandingsgassen in de stal komen, nadelen zijn dat het systeem trager reageert en een hogere investering vraagt.

Bij deze laatste vorm van verwarming kan in plaats van een CV-ketel ook een andere vorm van verwarming van het water worden gekozen. In de praktijk worden hiervoor kachels aangeboden voor het verbranden van vaste brandstoffen. Veelal worden houtpellets toegepast, maar ook graan (gerst en tarwe) worden wel genoemd. Dit laatste vanwege de lage opbrengstprijzen voor deze akkerbouwproducten. In landen als Denemarken en ook wel Duitsland wordt al meer van deze techniek gebruik gemaakt. In Nederland zijn nog maar enkele bedrijven die hier ervaring mee hebben. Een brandstof die vaak wordt genoemd is die van de pluimveemest. Verbranden hiervan op een pluimveebedrijf heeft echter nog veel onduidelijkheden wat betreft haalbaarheid. Pluimveemest is lastig te vergisten, daarnaast is het proces te duur, en zijn de financiële resultaten dermate laag dat dit proces niet aantrekkelijk is.

Ook andere manieren van verwarmen van het water zijn mogelijk. Een voorbeeld vanuit de varkenshouderij en de kantoorbouw is het gebruik van warmtepompen. Hierbij wordt de warmte van het grondwater benut om water voor het verwarmen van de stal op te warmen.

Een derde manier om de kosten van het verwarmen van een stal in de hand te houden is warmte terug te winnen uit de ventilatielucht. Via de ventilatielucht gaat veel warmte verloren. Via een warmtewisselaar kan binnenkomende verse lucht worden opgewarmd. Er is daarna minder energie nodig om de stal verder op te warmen. Begin jaren 1980 zijn wel warmtewisselaars toegepast in vleeskuikenstallen, maar deze hadden veel last van technische storingen. Met name door vervuiling. In de leghennensector komen warmtewisselaars veelvuldig voor om de lucht op te warmen voor het drogen van de mest. De huidige warmtewisselaars geven weinig storingen en halen hoge rendementen. Reden voor vleeskuikenhouders om na te gaan of deze ook in vleeskuikenstallen kunnen worden toegepast.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is inzicht te krijgen in de mogelijkheden die er zijn voor andere manieren van warmte opwekking en besparing op de verwarmingskosten op het vleeskuikenbedrijf. In dit rapport worden naast de beschrijvingen van de diverse energie (reducerende) systemen, ook de economische aspecten zoals investeringen en rendement betrokken.

1.3 Onderzoeksvragen

De onderstaande onderzoeksonderwerpen zijn opgesteld, en zullen in dit rapport besproken worden.

- Wat zijn de mogelijkheden voor het toepassen van houtkachels voor het verwarmen van vleeskuikenstallen?
- Welke alternatieve brandstoffen naast hout kunnen hierbij toegepast worden?
- Wat zijn de mogelijkheden voor het toepassen van mestvergassers voor het verwarmen van vleeskuikenstallen en het opwekken van energie?
- Wat zijn de mogelijkheden voor het toepassen van warmtepompen voor het verwarmen en het koelen van vleeskuikenstallen?
- Wat zijn de mogelijkheden voor het toepassen van warmtewisselaars in vleeskuikenstallen?
- Wat zijn de benodigde (extra) investeringen en jaarlijkse kosten?
- Wat is de berekende terugverdientijd van deze (extra) investering?

2 Werkwijze

2.1 Introductie

De inhoud van dit rapport is gebaseerd op een aantal uitgangspunten. Deze uitgangspunten zijn gebruikt voor alle berekeningen en beschrijvingen in de verschillende hoofdstukken. De uitgangspunten zijn gebaseerd op de kostprijsberekeningen van de Animal Sciences Group van Wageningen uit 2005/2007.

2.2 Uitgangspunten: Het standaard bedrijf

Om een realistische vergelijking te maken tussen de verschillende verwarmings (energiebesparende) systemen is het "standaard bedrijf" opgesteld. Het standaard bedrijf bestaat niet, maar is als uitgangspunt genomen. In de onderstaande tabellen staan per bedrijfsonderdeel de kengetallen van het standaard bedrijf. Wanneer in dit rapport gesproken wordt over het standaard bedrijf, wordt hiermee het onderstaande bedrijf bedoeld.

2.2.1 Technische uitgangspunten

Het standaard bedrijf bestaat uit 3 vleeskuikenstallen van 73 bij 18 meter, waarbij in elke stal 30.000 vleeskuiken zijn gehuisvest. In de traditionele stallen wordt de temperatuur door middel van heteluchtkanonnen gehandhaafd. In de onderstaande tabellen zijn alle kengetallen voor het standaard bedrijf weergegeven.

Tabel 1 Technische uitgangspunten vleeskuikenbedrijf voor berekeningen

Omschrijving	Waarde
Aantal kuikenplaatsen	90.000
Aantal stallen	3
Aantal kuikens per stal	30.000
Aantal kuikens per m ²	23
Productieperiode	43 dagen
Leegstand	11 dagen
Productie cycli per jaar	6,76
Gemiddeld Afleveringsgewicht	2100 gram
Uitval percentage	3,8%
Voerconversie	1,76
Mestproductie per dierplaats per jaar, 60% ds	9,10 kg
Verbruik aardgas per dierplaats per jaar	0,6 m ³

Tabel 2 Data stal

Omschrijving	Waarde
Lengte stal	73 meter
Breedte stal	18 meter
Vloeroppervlak per stal	1314 m ²
Goothoogte	2,9 meter
Daktype	Zadeldak
Dakhelling	23°
K waarde dak	0,4 W/m ² .K
K waarde buitenmuur	0,4 W/m ² .K
F waarde vloer	1,6 W/m.K

Tabel 3 Data klimaat

Omschrijving	Waarde
Minimum ventilatie	1 m ³ /h/kg levend gewicht
Maximum ventilatie	3,6 m ³ /h/kg levend gewicht
Maximum ventilatie per dierplaats	7,74 m ³ /h
Minimum ventilatie in percentage van maximum ventilatie	5%
Ventilatievoud ten gevolge van lekverliezen	0,75
Maximum concentratie CO ₂ intern	2.000 ppm
CO ₂ concentratie extern	360 ppm

Tabel 4 Toegepast temperatuurschema in de vleeskuikenstal

Leeftijd vleeskuikens in dagen	Temperatuur in °C
1	33
7	28
14	25
21	22
35	20
42	19

2.2.2 Energetische waardes en prijzen

De energetische waardes en de prijzen van de verschillende brandstoffen zijn vastgesteld op vaste waardes.

Tabel 5 Energetische waardes en prijzen van verschillende brandstoffen

Brandstof	Energetische waarde	Prijs	Energieprijs/kWh
Gas	8,3 kWh per m ³	€ 0,50 per m ³	€ 0,06
Electriciteit	1 kWh	€ 0,13 per kWh	€ 0,13
Pellets 92% ds	4,7 kWh per kg	€ 140 per 1.000 kg	€ 0,03
Hout snippers 80% ds	3,6 kWh per kg	€ 25-60 per 1.000 kg	€ 0,02
Miscanthus 80% ds	3,7 kWh per kg	Zie model ¹	
Graan	4,2 kWh per kg	€ 140 per 1.000 kg	€ 0,03

2.2.3 Financiële uitgangspunten

Alle financiële berekeningen zijn exclusief BTW en EIA. De EIA, de Energie Investerings Aftrek, is een fiscale regeling (teruggaaf) die per ondernemer kan verschillen. De EIA is bedoeld voor ondernemers die willen investeren in energiebesparende technieken en de toepassing van duurzame energie in hun onderneming.

Het financiële voordeel dat met de EIA regeling behaald wordt hangt van drie aspecten af:

- De winst van de onderneming
- De hoogte van de investering
- Het belastingtarief

Het EIA-voordeel kan als volgt uitgerekend worden: 44% van de investeringskosten is aftrekbaar van de fiscale winst van het bedrijf. Het directe voordeel is afhankelijk van het belastingspercentage over de winst.

De EIA is alleen van toepassing op het energiesysteem, extra onderdelen van de investering, zoals de aanschaf van een nieuw gebouw voor het energie systeem, vallen niet onder de EIA-regeling.

¹ Zie bijlage 2

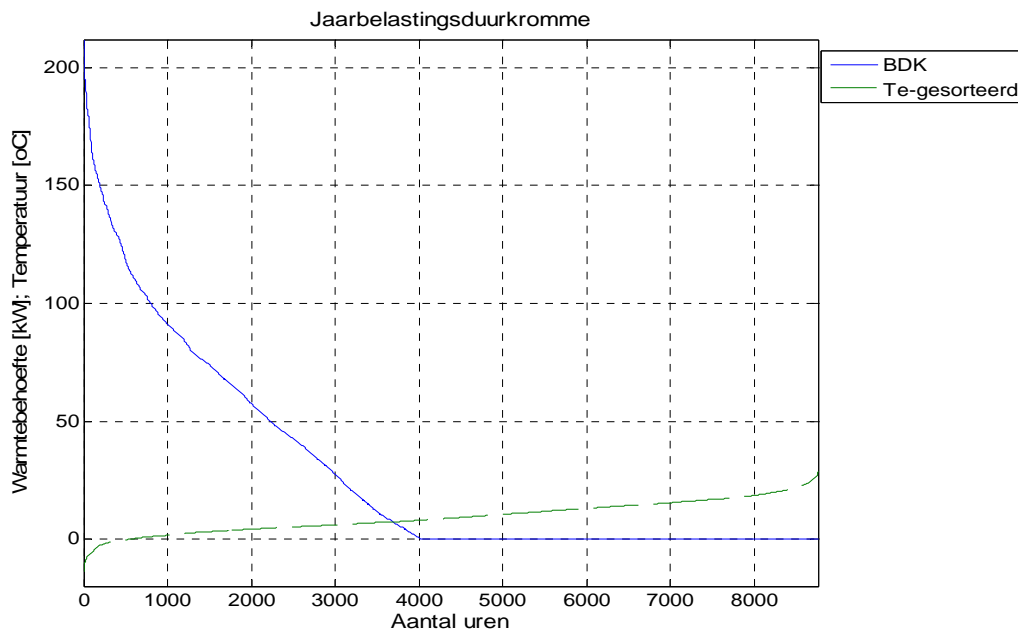
2.3 Vermogensbehoefte en temperatuursverloop

Op basis van de uitgangspunten is de vermogensbehoefte van de vleeskuikenstal en het temperatuursverloop in de stal uitgerekend met behulp van het programma Matlab.

Matlab (MATrix LABatory) is een geavanceerd simulatie programma, ontwikkeld door The MathWorks. De universiteit van Wageningen (WUR) heeft een applicatie voor dit programma ontwikkeld, genaamd EnBeg, (ENergie BEGroting) waarmee het gehele klimaat programma voor de vleeskuikenhouderij bekeken en doorgerekend kan worden.

Met behulp van dit programma zijn de energiebehoefte van elke vleeskuikenstal in kaart te brengen. Deze behoeftes zijn weergegeven in grafieken. Hieronder staat als voorbeeld grafiek van het standaard bedrijf afgebeeld, afkomstig uit EnBeg.

Figuur 1 Jaarbelastingsduurkromme van het standaard bedrijf



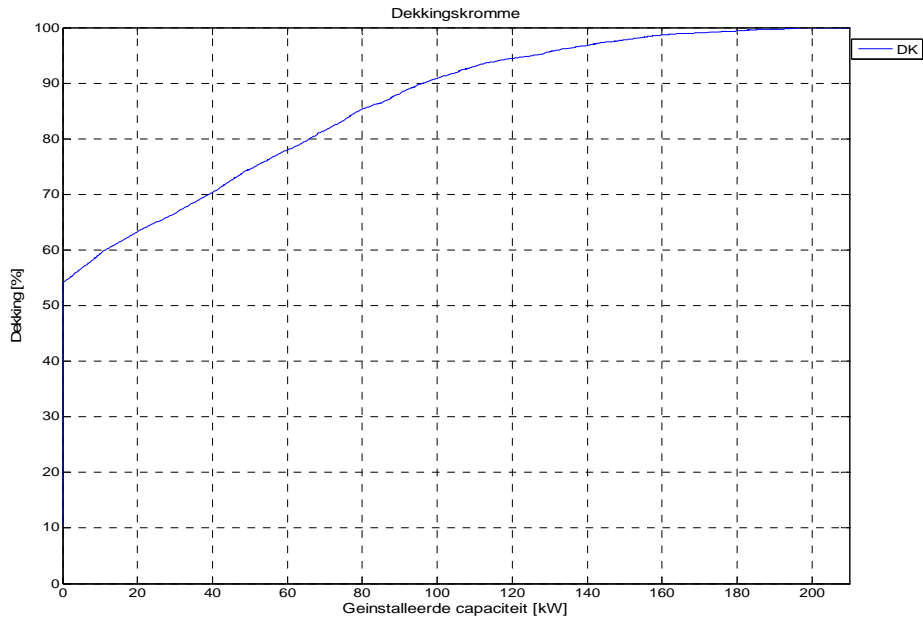
Deze grafiek beeldt de jaarbelastingsduurkromme (BDK) af. De BDK geeft de gesorteerde vermogensbehoefte in kWh gedurende 1 jaar weer. Deze is af te lezen op de verticale as. Op de horizontale as is het jaar in uren weergegeven. Er is ongeveer 4.000 uur per jaar een vermogensbehoefte (warmtebehoefte) in deze stal. De maximale vermogensbehoefte is 205 kWh.

De 2^e lijn geeft de buiten temperatuur weer (Te-gesorteerd). De stal heeft de grootste vermogensbehoefte bij de laagste buitentemperatuur.

Over het algemeen wordt er een dekking van 99,5% van de maximale vermogensbehoefte gehanteerd wanneer er een nieuw verwarmingssysteem geplaatst wordt. Bij de overige 0,5%, 43 uur op jaarbasis, zal er dan een klein tekort zijn aan geïnstalleerd thermisch vermogen. Dit tekort treedt alleen op bij lage buitentemperaturen (-10°C) meestal in combinatie met een jong (enkele dagen oud) koppel in de stal. Bij een dekking van 99,5% is de maximale vermogensbehoefte 185 kWh voor deze stal.

In Figuur 2 staat de dekkingskromme op een andere manier weergegeven.

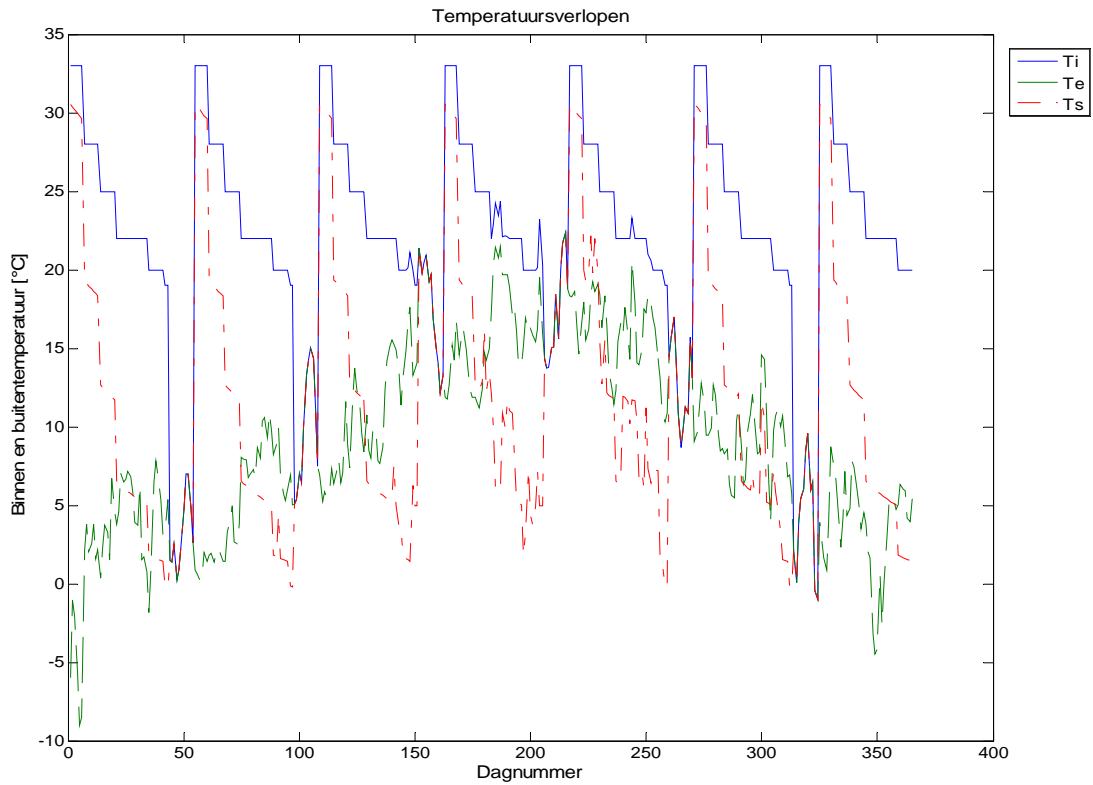
Figuur 2 Dekkingskromme van het standaard bedrijf



Op de Y as staat de dekking in % weergegeven. Op de X as staat de thermische vermogensbehoefte in kW weergegeven.

De onderstaande grafiek geeft het temperatuursverloop in de stal weer.

Figuur 3 Temperatuursverloop in een vleeskuikenstal van het standaard bedrijf



De Ti lijn geeft de interne stal temperatuur weer. Deze gaat trapsgewijs naar beneden, en is gebaseerd op het opgestelde temperatuursschema.

De lijn Te geeft de buiten temperatuur weer. Deze is het hoogst rond dag 200, in de zomer.

De lijn Ts geeft de stookgrens weer.

Wanneer de Te boven de Ts loopt, zal de stal niet verwarmd worden. Loopt deze lijn onder de Ts, dan zal de stal wel verwarmd worden.

2.4 Gegevens verzamelen

Uit de onderzoeksvragen kwamen verschillende verwarmingssystemen naar voren. Voor de beschrijvingen van de diverse verwarmingssystemen, zijn de producenten van de betreffende producten benaderd. Daarnaast zijn verschillende gebruikers van deze verwarmingssystemen benaderd en bezocht. Vervolgens zijn door de leveranciers offertes verstrekt, gebaseerd op de bedrijfsgrootte van het standaard bedrijf.

Aan de hand van de praktijkervaringen en de geleverde informatie van de leveranciers, zijn de beschrijvingen en de economische berekeningen opgesteld.

Voor het berekenen van de energie behoeftes van het standaard bedrijf en het effect van de verschillende energiebesparende systemen op deze behoefte, is gebruik gemaakt van het programma Matlab (zie paragraaf 2.3).

3 Houtkachels

Om de stookkosten te reduceren in de vleeskuikenhouderij kan gekeken worden naar het toepassen van een alternatieve en relatief goedkopere brandstof dan het huidige aardgas. Het toepassen van houtkachels is al jaren een bekend concept dat vooral veel is toegepast in landen waar houtachtige brandstoffen voorradig zijn. Houtzagerijen draaien vaak energieneutraal door hun eigen restproduct te verstoken en in de woningbouw worden steeds vaker kleine pelletkachels toegepast.

De houtkachel kan worden gezien als alternatief voor de HR-ketel en toegepast bij dezelfde warmtetransportsystemen zoals de radiator-, vloer-, of losse water/lucht verwarming.

3.1 Beschrijving

De werking van de houtkachel is variabel door de verschillende toepasbare brandstoffen en verschillen in automatisering van de systemen. Het basis principe bij alle kachels is wel gelijk en is net als bij de HR-ketel gericht op een zuivere verbranding. Hierbij wordt thermische energie overgedragen aan een waterleidingsysteem.

Veel gebruikte brandstoffen in de houtkachel zijn houtpellets of houtsnippers. Verder zijn er nog alternatieve brandstoffen beschikbaar zoals Miscanthus, gras, stro, of briketten van andere organische materialen. De verder beschreven kachel zal, gezien de grote afwijkingen en productvarianten, gericht zijn op pellet en of snipper verbranding.

De brandstof zal anders dan bij gas, geleverd moeten worden in bulkhoeveelheden waarna opslag in een bunker, silo en of kapschuur nodig is. De bunker zal vervolgens periodiek gevuld moeten worden naar gelang de energievraag en bunkercapaciteit. Vanuit de bunker of silo zal de brandstof via een vijzel of schroef verplaatst worden naar de verbrandingsoven van de kachel (Figuur 4).

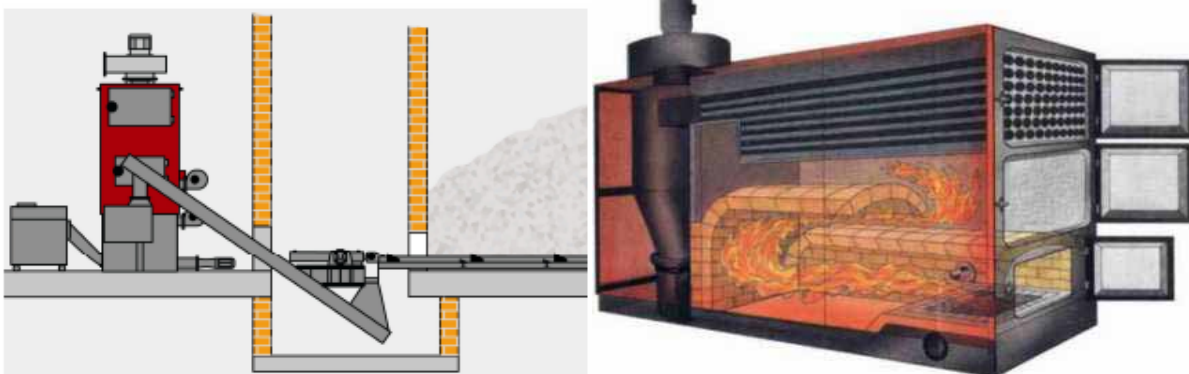
Bij de verbrandingsoven aangekomen, varieert de toevoeging van het product naar gelang de automatiseringsgraad en capaciteit van de kachel. Hierbij is het invoeren van het verbrandingsproduct mogelijk via de achterkant of onderkant en dit kan gebeuren middels een achter/onderschroef, of onder hogere druk die hydraulisch is aangedreven.

In de verbrandingsoven wordt een temperatuur aangehouden die voor het specifieke verbrandingsproduct de optimale verbranding genereert. Verschil in temperatuur ontstaat hier naar gelang de kwaliteit, vochtgehalte en product oorsprong verschillen. Wanneer de temperatuur te hoog of te laag is, kan de vorming van ketelsteen, condens en slakken optreden.

De thermische energie ontstaan in het verbrandingshuis zal samen met de rookgassen verplaatst worden naar het bovengelegen compartiment, waar een lucht water warmtewisselaar aanwezig is. Hier zal de energie over worden gedragen naar het water in de warmtewisselaar (Figuur 4). Deze staat in direct contact met de verwarmingsleidingen. Om te voorkomen dat de kachel te snel afkoelt, is het gewenst dat de inkomende watertemperatuur niet beneden de 65 °C zakt, dit kan geregeld worden via een regelklep.

Als residu blijft veelal alleen as over en af en toe wat slakelementen. Deze kunnen met de pluimveemest worden afgevoerd voor hetzelfde tarief.

Figuur 4 Aanvoer brandstof naar een houtkachel vanuit een voorraadbunker en werkingsprincipe houtkachel



3.2 Regelgeving

Om een goede verbranding te waarborgen moeten installaties minstens gedimensioneerd en gebruikt worden overeenkomstig met de in de NeR F7 vermelde voorwaarde:

Tabel 6 Voorwaarden voor gebruik houtkachels in NeR F7

	Maximale uitstoot
<i>Stof emissie</i>	
Bij een thermisch vermogen < 500 kW	100 mg/m ³
Bij een thermisch vermogen tussen 500 kW & 1.500 kW	50 mg/m ³
Bij een thermisch vermogen tussen 1.500 kW & 5.000 kW	25 mg/m ³
<i>Koolwaterstoffen en koolmonoxide emissie</i>	
Bij een thermisch vermogen tussen 1.500 kW & 5.000 kW	50 mg/m ³
Bij een thermisch vermogen tussen 1.500 kW & 5.000 kW	250 mg/m ³

3.3 Voor- en nadelen

Binnen de houtkachels is een groot onderling verschil in prijs, kwaliteit en functionering. Voor het beschrijven van de voor en nadelen zijn daarom hieronder alleen de punten beschreven welke voor alle systemen van toepassing zijn.

De voordelen zijn:

- 50% tot 70% reductie in kWh kostprijs ten opzichte van kWh kostprijs bij gasheaters, afhankelijk van kwaliteit en soort brandstof.
- Onafhankelijkheid van energieleveranciers.
- Relatief snelle terugverdientijd (afhankelijk van capaciteit/stookuren).
- EIA toepasbaar op het systeem.
- Mogelijkheden tot ondernemen en onderhandelen voor brandstoffen binnen kleine regio's.
- Geen uitscheiding van CO₂ d.m.v. fossiele brandstof verbranding. Alleen vanuit de korte kringloop.
- Bij goed gebruik heeft het systeem een lange levensduur.

De nadelen zijn:

- Investering kan hoog oplopen.
- Veel branduren nodig om terugverdientijd te minimaliseren.
- Ondanks de hoge graad van automatisering dient het systeem dagelijks gecheckt te worden.
- Onderhoud en bunker vullen vergt tijd.
- Regelmatige systeemreiniging vereist.
- Brandstoffen dienen besteld en/of gezocht te worden.
- Kwaliteit in brandstof en vocht kunnen een onvolledige verbranding veroorzaken, wat tot meer onderhoud resulteert en kortere levensduur.
- Ketelhuis en eventuele kapschuur vallen niet onder de EIA.

Bij het aanschaffen van een houtkachel dient in acht te worden genomen dat de piekcapaciteit van een vleeskuikenstal vele malen hoger is dan de gemiddelde capaciteitsbehoefte in een productieperiode. Het aanschaffen van een houtkachel om de gehele capaciteitsbehoefte te dekken, resulteert in een hogere investering, maar ook in een veel minder efficiënt gebruik van de houtkachel.

Bij een te grote capaciteit zou de kachel vaak op half vermogen draaien, wat een lager rendement van de verbranding tot gevolg heeft evenals een hogere slijtage van de ketel. Het toepassen van een buffervat om warmte te kunnen hergebruiken in de piekmomenten en/of het toepassen van meerdere systemen zoals een HR-ketel, warmtepomp of warmtewisselaar, kunnen als realistisch toepasbare combinaties worden gezien.

3.4 Investing en jaarkosten

Hier beschreven staan de investeringen die geraamd zijn op het toepassen van een houtkachel op het standaard bedrijf. Om een verschil in investering en keuze van capaciteitsbehoefte te uiten, zijn de prijzen van vier verschillende systemen uitgewerkt:

- Snipperkachels van ± 350 kW en ± 550 kW;
- Pelletkachels van ± 350 kW en ± 550 kW.

Van alle bovengenoemde varianten zijn offertes aangevraagd bij houtkachel leveranciers die bekend zijn met de vleeskuikenhouderijsector. Toch is het prijsverschil groot, wat deels ligt aan de kwaliteiten van systemen, hoedanigheid van automatisering en geboden service door de leveranciers.

Gemiddeld wordt 54.000 m³ gas per jaar verbruikt bij een standaard vleeskuiken bedrijf. Dit komt overeen met ± 448.200 kWh. De stookkosten per jaar voor de verschillende brandstoffen op basis van deze verwarmingsbehoefte staan in tabel 7.

Tabel 7 Stookkosten per jaar bij verschillende brandstoffen

Brandstof	Energieprijs/kWh*	Stookkosten per jaar
Gas	€ 0,06	€26.900,-
Houtpellets	€ 0,03	€13.450,-
Houtsnippers	€ 0,02	€ 8.950,-

* Voor berekening zie tabel 5

Een houtkachel kan worden toegepast in plaats van een CV-ketel. Om de terugverdientijd (tv) te berekenen moet de prijs voor een conventionele gas HR-ketel van €15.000,- worden verrekend in de aanschafprijs van een houtkachel. Op basis hiervan en de in tabel 7 berekende stookkosten per jaar zijn de terugverdientijden voor een aantal houtkachels berekend (Tabel 8).

Tabel 8 Investing en terugverdientijd van een houtkachels bij twee typen brandstoffen

Capaciteit houtkachel	Brandstof	Investing		Terugverdientijd (jaar)	
		van	tot	van	tot
350 kW	Snippers	€ 54.500,-	€ 123.500	2,2	6,0
	Pellets	€ 43.325,-	€ 105.000,-	2,3	6,7
550 kW	Snippers	€ 65.000,-	€ 136.750,-	2,7	6,0
	Pellets	€ 54.000,-	€ 116.250,-	2,9	6,7

Bij de bovenstaande prijzen is de bunker voor houtopslag inbegrepen, maar niet het systeem in de stal om de warmte te verdelen. In de berekening is uitgegaan van de optimale rendementsverbranding. In acht moet worden genomen dat de kachel meer zal verbranden om het te realiseren kWh percentage te genereren. Verder zal afhankelijk van het systeem 1 tot 3% van de investering jaarlijks terugkeren in onderhoud en schoonmaakkosten.

Verwarmingssystemen

Om een houtkachel toe te passen in een vleeskuikenstal, is het van belang deze te koppelen aan een verwarmingssysteem in de stal. Gezien de karakteristieke eigenschappen van de houtkachel en zijn functioneren, zijn de systemen die toegepast worden in combinatie met een HR-ketel even goed inzetbaar bij een houtkachel. Een aantal varianten om warmteoverdracht in de stal te realiseren zijn hierna opgenomen. De genoemde prijzen zijn exclusief btw en installatie. Prijzen zijn indicaties en kunnen per situatie en leverancier verschillen.

CV-heater

Een CV-heater is aangesloten op een CV systeem. Stallucht wordt aangezogen en opgewarmd door een radiator. Via een verdeelbak met instelbare kleppen wordt de opgewarmde lucht direct de stal ingeblazen (zie Figuur 5). De prijs van een CV-heater bedraagt ongeveer € 5.000,-, afhankelijk van de capaciteit. In een stal voor 30.000 kuikens zijn minimaal 3 heaters nodig, mogelijk 4 stuks. Extra ten opzichte van de houtkachel is een investering nodig van € 15.000,- tot € 20.000,-.

Figuur 5 Voorbeeld CV-heater



Vloerverwarming

Vloerverwarming wordt onder het gehele staloppervlak aangelegd. Deze verwarming wordt aangesloten op een CV systeem of op een warmtepomp. Meer informatie over deze mogelijkheden staan beschreven in resultaten, paragraaf warmtepompen.

CV buizensysteem

Een CV buizen systeem hangt in de stal aan de muur. Het systeem kan aangesloten worden op een CV. De prijs van een CV geïnstalleerd CV buizen systeem bedraagt € 20-30.000 per stal van 30.000 kuikenplaatsen.

4 Alternatieve brandstoffen

Voor het genereren van thermische energie met behulp van een verbrandingskachel zijn veel verschillende soorten brandstof van toepassing. Omdat er nog veel producten in een experimentele fase zitten, zijn in dit hoofdstuk de meest bekende en toegepaste brandstoffen beschreven en uitgewerkt. Snippers en pellets behoren tot de meest gebruikte en makkelijkst beschikbare brandstoffen toepasbaar in houtkachel installaties.

4.1 Houtsnippers

Vanaf het moment dat de kostprijs per kWh fossiele brandstof bleef toenemen zijn producten die daarvoor als restproduct en/of afvalproduct werden gezien, omgezet naar een realistisch en commercieel verbrandingsproduct.

Hout dat afkomstig was vanuit de bosbouw, gemeentelijke snoei activiteiten en of tuinders industrie kan worden versnipperd tot kleine makkelijk te transporteren materiaal. Daarna is het met een energetische waarde van 3,7 kWh per kg (80% ds) als een goed toepasbare brandstof.

Afhankelijk van het vochtgehalte wordt de energetische waarde van het product bepaald waarbij 45% vocht een maximale drempel is om enigszins nuttig te kunnen verbranden. Bij hogere vochtgehalten is de kans op slakvorming groot en neemt het rendement van de verbranding sterk af.

Gemeentes zijn vaak bereid de lokale snoeiopbrengst tegen een laag tarief te verstrekken. Vaak is dit een voordelige oplossing voor de gemeente, die ook nog goed past in groene beleidsvoeringen.

Omdat het product veel in de belangstelling staat en er naast bezitters van kleinere installaties ook nog grotere verbruikers op de markt aanwezig zijn, zoals energie centrales, zijn de prijzen van de snippers erg variabel. Per ton wordt tussen de € 25,- en € 60,- betaald, waarbij de kwaliteit van het goedkopere product vaak minder is door de hogere vochtgehalten.

Snippers met hogere vochtgehalten kunnen eerst op het bedrijf worden opgeslagen om verder in te drogen. Dit zou eventueel met ventilatielucht kunnen.

Figuur 6 Houtsnippers



Voor- en nadelen:

Het gebruiken van houtsnippers als brandstof voor de kachel heeft verschillende voor- en nadelen.

De voordelen zijn:

- Laagste kWh prijs (€ 0,02 per kWh).
- Mogelijkheden tot ondernemen en onderhandelen voor het product.
- Schoon verbrandingsproduct.
- Via gemeentes voordelig brandstof levering mogelijk.

De nadelen zijn:

- Het aanschaffen van snippers vergt tijd.
- Concurrentie op de markt kan de aanschafprijs omhoog werken, waardoor de terugverdientijd langer wordt.
- Opslag van de snippers zal een kapschuur en bunker als extra investering vereisen.
- Het product is vaak alleen leverbaar in bepaalde seizoenen, vroegtijdige inkoop zal de voordelen opleveren.

4.2 Houtpellets

Net als bij snippers komen pellets als restproduct uit de industrie. Vaak heeft de houtverwerkende industrie veel zaagsel en houtstof over, dat makkelijk tot pellets is te persen. Door het verwerkingsproces en de herkomst van de grondstof is het drogestofpercentage veelal veel constanter en lager dan die van snippers, wat de verbrandingswaarde per kg product aanzienlijk verhoogd. Het vochtgehalte van pellets is ongeveer 8% en de energetische waarde is dan 4,7 kWh per kg.

Omdat pellets nog een extra productie behandeling ondergaan van zaagsel en houtstof, het persen tot de daadwerkelijke pellet, is deze brandstofvorm meestal alleen verkrijgbaar via commerciële organisaties.

Door de compacte en droge vorm van het product is het goed vervoerbaar en makkelijk op te slaan in (oude voer) silo's of andere droge opslagplaatsen.

Omdat er in de consumentenmarkt en grote bouworganisaties ook al veel gebruik wordt gemaakt van pelletverbranders, is de markt van dit product al beter georganiseerd en geëxploiteerd. Prijzen voor de A-klasse pellets schommelen naar gelang de markt aantrekt, maar gemiddeld ligt de aanschafprijs voor 1.000 kg pellets op € 140,- mits geleverd in bulk hoeveelheden.

Figuur 7 Houtpellets



Voor- en nadelen:

Het gebruiken van houtpellets als brandstof voor de kachel heeft verschillende voor- en nadelen.

De voordelen zijn:

- Lagere kWh prijs dan gas (€ 0.03 per kWh)
- Compact product dat gemakkelijk is op te slaan.
- Vrijwel altijd constante brandstof kwaliteit.
- De verbrandingsinstallatie is ±15% goedkoper dan een snipperkachel.
- Laag as percentage; 0,5%.

De nadelen zijn:

- Bij veel gebruik is de pelletprijs relatief hoog.
- Commercie kan de pelletprijs nog verder verhogen.
- Vaak idealer voor kleinere systemen.
- Niet via andere wegen te verkrijgen dan via commerciële bedrijven.

4.3 Miscanthus

Miscanthus (Olifantengras) is een gewas dat de laatste tijd veel in de belangstelling staat. Miscanthus is een alternatieve brandstof die in een speciale houtkachel verbrand kan worden. Het is een gewas dat de pluimveehouder zelf kan telen op een aantal hectare. De productieperiode bedraagt afhankelijk van het soort ongeveer 20 jaar.

Wanneer de Miscanthus rhyzomen zijn geplant, ontwikkelen deze zich tot een hoog gewas. Geschat wordt dat onder Nederlandse omstandigheden na 1 jaar de opbrengst van 1 hectare Miscanthus ongeveer 3 ton drogestof is. Na 2 jaar is de opbrengst ongeveer 10 ton per hectare. Vanaf jaar 3 tot jaar 20 bedraagt de opbrengst van het gewas ongeveer 10-15 ton per hectare, afhankelijk van de grondsoort, het grondwater niveau, de bemesting, etc. Miscanthus is een sterk gewas, alleen in de eerste twee jaren moet er gespoten worden tegen onkruid, daarna is de plant dermate ontwikkeld dat andere planten geen kans krijgen te groeien.

Figuur 8 Miscanthus

Miscanthus kan in de lente geogst worden, het heeft dan een drogestofgehalte van ongeveer 80%. De energiewaarde van Miscanthus bedraagt dan ongeveer 3,7 kWh per kg.

Op het standaard bedrijf van 90.000 kuikenplaatsen moet een energievraag van 54.000 m³ gas vervangen worden door Miscanthus. 54.000 m³ gas staat gelijk aan 448,2 MW (8,3 kW per m³). Dit staat gelijk aan 7 hectare Miscanthus.

Miscanthus kan niet zonder additief (houtsnippers) verbrand worden. Daarvoor is het een te stroachtig product en heeft het een te hoog chloorgehalte. Het beter voldoen wanneer het is gemengd. Een houtpercentage van 20% volstaat. In dat geval is er 5,6 hectare Miscanthus nodig om het gasverbruik te dekken.

De productiekosten van Miscanthus zijn uitgerekend en zijn terug te vinden in bijlage 1 en samengevat in tabel 9.

Tabel 9 Productiekosten en bedrijfsresultaat van Miscanthus

Omschrijving	Waarde
De totale kosten per ha per jaar zijn voor Miscanthus	€ 2.679,83/ha
Bedrijfsresultaat	
Aantal ha	5,6
Financiële opbrengst 20jr	€ 405.746,99
Totale kosten 20jr	€ 300.141,33
Winst	€ 105.605,66
Kosten per bedrijfsopp. per jaar	€ 15.007,07
TVT kachel (minus 1 ^e 2 prod. jaren)	8,9 jaar

Voor- en nadelen:

Het gebruiken van Miscanthus als brandstof voor de kachel heeft verschillende voor- en nadelen.

De voordelen zijn:

- De brandstof wordt op het eigen bedrijf geteeld, de vleeskuikenhouder is niet meer afhankelijk van de grote energiemaatschappijen of de leverancier van de brandstoffen. Het toevoegen van een klein percentage hout kan via lokale instanties.

De nadelen zijn:

- Het telen van Miscanthus vergt extra arbeid.
- In de buurt moet land aanwezig zijn om het gewas te telen.
- Bemesten kan een probleem worden, daar er nog geen oplossing is voor het injecteren van de mest. Het veld is na enige tijd geheel voorzien van rhizomen, waarna alleen kunstbemesting mogelijk is.
- Miscanthus heeft een hoog chloor gehalte, dit kan de levensduur van de kachel aantasten.
- Het as gehalte van de verbranding is hoog; 8-10%.

5 Mestvergassing

Het opwekken van energie uit pluimveemest is een principe dat nog niet veel wordt toegepast. Hieronder staan twee voorbeelden van pluimveemest vergassers.

- De biomassa centrale in Moerdijk (in opstartfase)
- De pluimveemest vergasser in Tzum (werkt al)

De biomassa centrale in Moerdijk is een project waarbij op grote schaal pluimveemest vergast gaat worden. Deze installatie zal met een capaciteit van 36 MW ongeveer 400.000 ton pluimveemest op jaarbasis verwerken, waarbij ongeveer 90.000 huishoudens van stroom mee zullen worden voorzien.

De pluimveemest vergasser in Tzum is een project op kleinere schaal. In dit hoofdstuk zal voornamelijk de toepassing van mestvergassing op bedrijfsniveau besproken worden.

5.1 Beschrijving

Vergassen is een techniek waarbij pluimveemest of andere moeilijk te verbranden organische stoffen als energiebron gebruikt kunnen worden.

Het gehele vergassingsproces bestaat uit 4 fases:

- Fase 1 opslag
- Fase 2 vergassing
- Fase 3 energie winning
- Fase 4 energie gebruik

In de figuur hiernaast staan de verschillende fases afgebeeld.

Fase 1, de opslag

Voordat de pluimveemest vergast wordt, zal het gedroogd en opgeslagen moeten worden. In een (kap) schuur, uitgerust met een drooginstallatie, moet de mest gedroogd worden tot ongeveer 80% ds. Via een transport systeem (rooster bed of schroef) wordt de mest getransporteerd naar een silo, of direct naar de vergasser. In sommige systemen kan er hout toegevoegd worden om het vergassingsproces te ondersteunen.

Fase 2, vergassing

Onder hoge temperaturen wordt de pluimveemest vergast in de vergassingsinstallatie. Tijdens het vergassingsproces wordt er een brandbaar gas gevormd.

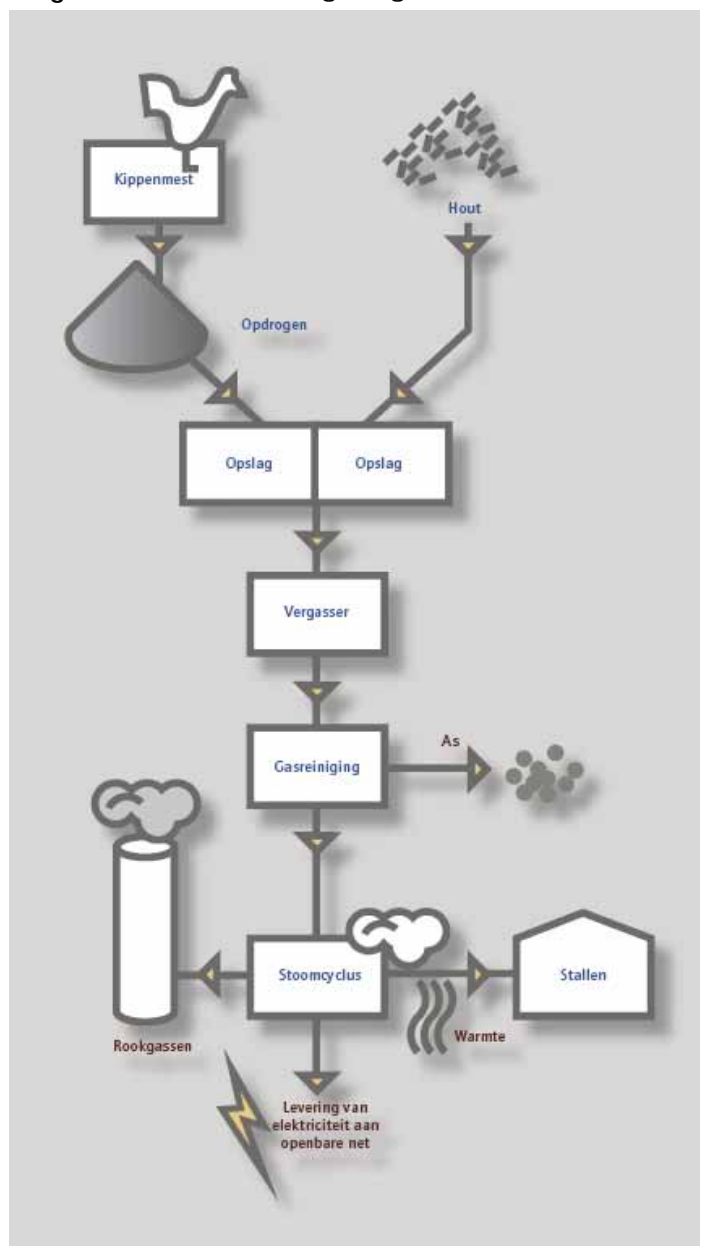
Fase 3, energiewinning

Het ontstane gas wordt verbrand, waarbij de hitte gebruikt wordt om water te verhitten, dat vervolgens een stoomturbine aandrijft. Op deze manier wordt er elektriciteit opgewekt. Naast elektrische energie, wordt er ook thermische energie opgewekt.

Fase 4, energiegebruik

De thermische energie kan gebruikt worden voor het verwarmen van de stallen, of voor het drogen van de mest tijdens de opslagfase.

Figuur 9 Schema mestvergassing



De elektrische energie kan verkocht worden aan het net. Op deze manier kan er winst gemaakt worden met de installatie.

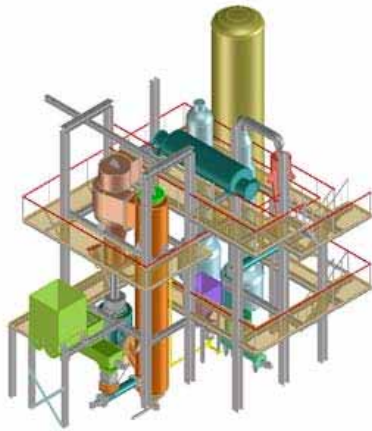
Het vergassingsproces is efficiënt, er ontstaat 1% as. Dit as kan afgezet worden, in de toekomst is het misschien ook mogelijk de as te verkopen aan een kunstmestfabrikant.

Het is mogelijk om mest vergassing op bedrijfsniveau toe te passen. In Tzum is er mest vergasser geplaatst door de firma Host uit Hengelo. Deze mestvergasser kan 7.000 ton mest (80% ds) op jaarbasis verwerken. Bij de firma Farmer Automatic wordt gewerkt aan het ontwikkelen van een kleinere vergasser, waarbij mest op kleine schaal vergast kan worden.

Deze vergasser is niet aangesloten op een stoomturbine, maar op een Sterlingmotor voor het opwekken van elektriciteit.

In figuur 10 staat een afbeelding van een mestvergassingsinstallatie op grotere schaal, zoals ontwikkeld door de firma Host. De installatie zal in een gebouw geplaatst worden. De afmetingen van de vergasser variëren per capaciteit. De mest vergasser in Tzum is in een gebouw geplaatst van 15 bij 20 meter breed, en 7,5 meter hoog.

Figuur 10 Mestvergasser volgens principe van de firma Host



5.2 Voor- en nadelen

Het gebruiken van een mestvergasser op een vleeskuiken bedrijf heeft een aantal voor- en nadelen.

De voordelen zijn:

- De mest hoeft niet meer afgezet worden a ongeveer 35 euro per ton.
- Er wordt (thermische) energie opgewekt op het bedrijf, dit geeft een reductie van de stookkosten.
- De pluimveehouder is niet meer afhankelijk van de gasprijzen van de grote energie maatschappijen.
- Er kan winst gemaakt worden door de verkoop van elektriciteit aan het net.

De nadelen zijn:

- De investering is relatief hoog.
- De onderhoudskosten zijn hoog.
- De installatie is groot.
- Er moeten speciale vergunningen aangevraagd worden.
- De installatie valt onder de BVA (besluit verbranden afvalstoffen), een strenge emissieregelgeving.
- Het gebruiken van de vergassingsinstallatie vergt extra arbeid.
- Het systeem kan uitvallen.

Het plaatsen van een mestvergasser op een vleeskuikenbedrijf vergt ondernemerschap; een investering wordt gedaan waarmee de energiekosten worden teruggedrongen en waarbij uiteindelijk winst mee gemaakt kan worden. Daardoor kan het systeem niet vergeleken worden met een alternatief energie systeem zoals de houtkachel.

5.3 Investering en jaarkosten

Daar er op dit moment nog geen kleine pluimveemest vergassers geleverd kunnen worden, zijn de investeringen nog moeilijk in te schatten.

In bijlage 2 staat een rekenmodel weergegeven waarin de opbrengsten en de jaarkosten van een vergasser staan. De berekening is gebaseerd op het toepassen van de vergasser van FarmerAutomatic op een vleeskuikenbedrijf. Om de mest voldoende droog te maken is een droogtunnel aanwezig. Gebaseerd op het model zijn de jaaropbrengsten geraamd op € 130.416 en de jaarkosten op € 70.402. Op basis van deze cijfers zal de terugverdientijd van het totale systeem met de huidige energieprijzen 7 jaar bedragen.

6 Warmtepompen

In praktijk blijken warmtepompsystemen voor het gebruik en hergebruik van thermische energie een realistisch en duurzame oplossing om de stookkosten en het energiegebruik terug te dringen, door gebruik te maken van de buffercapaciteiten die de bodem biedt. Steeds verder uitbreidende kennis en innovatie omtrent dit onderwerp, samen met de toename van het maatschappelijk belang hebben ervoor gezorgd dat ook buiten de financiële voordelen, grote interesse en bereidheid tot gebruik is ontstaan.

Omdat de temperaturen welke gegenereerd kunnen worden vaak lager zijn dan een conventioneel verbrandingssysteem, zijn de toepasbare verwarmingssystemen veelal voorzien van grote contactoppervlakken.

6.1 Beschrijving

Thermische energie gelegen in relatief ondiep gelegen bodem lagen kan door de constante temperatuur worden gebruikt voor warmte en of koude extractie van thermische energie.

Bij het gebruik van warmtepompen kunnen meerdere varianten worden toegepast welke in principe dezelfde basisprincipes hebben.

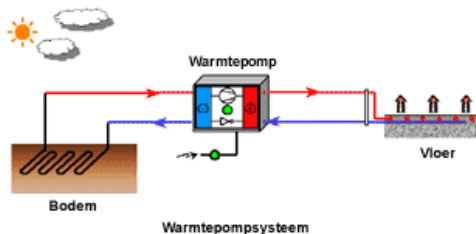
De twee meest uiteenlopende systemen betreft het:

- Gesloten warmtepomp systeem
- Open bronnen warmtepomp systeem

6.1.1 Gesloten warmtepomp systeem

In het gesloten warmtepomp systeem wordt er gebruik gemaakt van polythyleenslangen die horizontaal (op 4 m diepte) in de bodem worden gebracht. Door dit leiding netwerk loopt koelvloeistof dat in verbinding staat met de warmtepomp (zie figuur 11).

Figuur 11 Schema toepassing gesloten warmtepompsysteem



Doordat in de bodem een constante temperatuur heerst, kan de warmtepomp de koelvloeistof laten condenseren en verdampen waarbij thermische energie overgedragen wordt. In principe heeft het dezelfde werking als een koelkast, waarbij door middel van een compressor het proces in stand word gebracht.

Door middel van een platenwisselaar, kan de temperatuur aan de andere kant worden verhoogd welke naar een regulier verwarmingssysteem kan lopen.

Een groot pluspunt aan dit systeem is, dat er geen vloeistoffen toegevoerd en of afgevoerd worden aan de bodem waardoor er voor een dergelijk systeem geen vergunningsverplichtingen zijn.

Voor en nadelen

Voor het toepassen van een gesloten bron warmtepompsysteem zijn de volgende factoren positief of negatief op te vatten:

Voordelen:

- Geen aanpassing in de milieuvergunning nodig.
- Thermische energie voor verwarming en koeling makkelijk en goedkoop toepasbaar.
- Reductie in de gehele stookkosten.

Nadelen:

- Hogere investering door het toepassen van polythyleenslangen in de bodem.
- Relatief hoge investering.
- Grond nodig om het slangen netwerk in toe te kunnen passen.

- In de toekomst zal er rekening met het slangen netwerk moeten worden gehouden bij eventuele graafwerkzaamheden.

6.1.2 Open bron systemen

In het open bron systeem wordt er geen gebruik gemaakt van polythyleenslangen, omdat er grondwater vanuit twee bronnen wordt gebruikt om in de warmtepomp met behulp van een platen wisselaar warmte of koude te genereren voor klimaatbeheersing in verschillende huisvestingen.

Afhankelijk van de bodemstructuur en grondwaterstand kan de minimale afstand tussen de twee bronnen worden bepaald. De ene bron zal worden gezien als koude bron, de andere bron zal als warmtebron dienen.

Doordat er bij een warmtevraag telkens warmte aan de stal zal worden toegevoegd, zal er koude worden toegevoegd aan het water, wat hierna in de koude put zal worden toegevoegd. Dit geldt hetzelfde voor het moment wanneer er koeling wordt toegepast, en zal de warme put verder worden opgewarmd.

Het principe van dit systeem is dat thermische energie kan worden opgeslagen die op dat moment overtollig is, maar op een ander moment hergebruikt kan worden. Door deze toepassing is een maximale recycling van 70% van de in het totaal aan de bodem toegevoegde energie mogelijk. Daarbij komt dat de koude en warme bron samen een evenwicht creëren waardoor er in de totale bodem geen thermische energie wordt onttrokken en of toegevoegd. Dit is weer van groot belang voor de wettelijke toepassingen.

Voor een warmtepompsysteem die boven de 10 m³ water per uur kan verplaatsen is een aanpassing in de milieuvergunning nodig. Deze is meestal te verkrijgen wanneer er een evenwicht van het bodemklimaat kan worden gegarandeerd.

Voor en nadelen

Voordelen:

- Voor de vleeskuikenhouders zeer efficiënt toe te passen daar de warmte/koude vraag vaak en in grote temperatuur verschillen aanwezig is.
- Efficiënt en eenvoudig systeem.
- Geen grote grond oppervlaktes nodig.
- Hoge energiereductie.

Nadelen:

- Meer aanpassingen in de milieuvergunning nodig.
- Gebruik van extern water, dus beïnvloedbaar door water kwaliteit, milieu-invloeden en bodemveranderingen.
- Bronnen moeten ver genoeg uit elkaar om menging te voorkomen.

6.2 Kombidek verwarmings-/koelsysteem

Een vaak toegepast verwarmingssysteem bij de warmtepomp is het Kombidek dat door R&R-systems ook als 'groen label' product wordt geleverd.

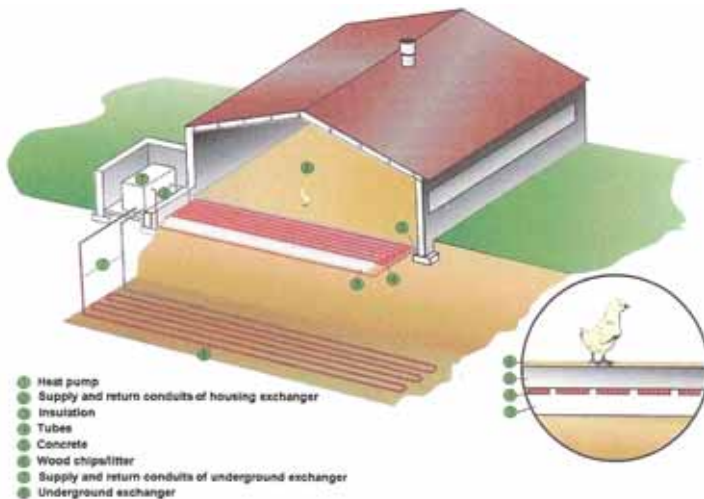
6.2.1 Beschrijving

Het systeem is vergelijkbaar met de conventionele vloerverwarming, maar heeft als aparte eigenschappen dat het contact oppervlak nog vele malen groter is doordat er gebruik wordt gemaakt van lamellen.

Vergelijkbaar materiaal als de warmtewisselaar wordt op een geïsoleerde vloer aangebracht waarna een dunne laag beton de lamellen afdekt.

Tijdens het verwarmen van de vloer wordt bij het hiervoor genoemde systeem warmte onttrokken aan de grond. Tijdens het koelen van de vloer kan de warmte die wordt afgevoerd worden afgegeven aan de grond. Deze warmte kan dan bij de volgende ronde weer worden gebruikt om de vloer op te warmen. Dit geeft een besparing op de verwarmingskosten. De warmtepompen gebruiken echter veel elektriciteit, waardoor er een toename is in stroomkosten.

Figuur 12 Kombidek®-systeem met grondwarmtewisselaar



6.2.2 Investering en jaarkosten

Het Kombidek®-systeem kan worden toegepast met of zonder warmtepomp systeem. Over het algemeen gezien kan worden gezegd dat de investering van het warmtepompsysteem neerkomt op € 1,50 per kuikenplaats. In combinatie met een warmtepomp systeem met open bron, zal de totale investering op €2,60 komen te liggen. In het rapport 'Exploitatiekosten ammoniakemissiearme systemen vleeskuikenhouderij' (rapport 108 van ASG-Veehouderij) wordt uitgebreid ingegaan op de resultaten en ervaringen met dit systeem. Op basis ervaringen van gebruikers is de inschatting dat een verbetering mogelijk is van de technische resultaten en een besparing op de verwarmingskosten van 50%. Ondanks de hogere huisvestingskosten kan het Kombidek®-systeem daardoor financieel vergelijkbaar uitkomen met traditionele huisvesting.

6.2.3 Voor- en nadelen:

Voordelen:

- Toegekend 'groen label'.
- Groot contact oppervlak.
- Verwarmen en koelen mogelijk, waarbij koude en warme energie kan worden opgeslagen.
- Bij goed management, nagenoeg geen heating meer nodig.

Nadelen:

- Relatief duur
- Beton heeft een lage geleidingsgraad, wat verwarmingstijd vertraagd.
- Condensvorming bij koeling kan snel ontstaan.
- Ook toe te passen bij conventionele verbrandingssystemen (CV-ketels) en biomassakachels.

6.3 TerraSea

TerraSea is een systeem dat ontwikkeld is op het pluimveebedrijf van de familie Van Zeeland, in samenwerking met het bedrijf Inno+ uit Maasbree. Het systeem maakt gebruik van verschillende technieken en is gericht op het terugdringen van het energiegebruik en het verbeteren van de technische resultaten.

6.3.1 Beschrijving

Het TerraSea-systeem van Inno⁺ maakt van verschillende technieken gebruik om het energieverbruik terug te dringen en een optimaal klimaat in de stal te behalen, waarmee de technische resultaten verbeterd worden.

Het bedrijf van Van Zeeland is het enige bedrijf dat is uitgerust met het Terra Sea systeem. Het bedrijf gebruikt het systeem sinds juli 2004.

Het systeem bestaat uit verschillende onderdelen:

- Warmteopslag in de grond.
- Vloerverwarming (koeling)
- Warmtewisselaar
- Warmtepomp
- Luchtwasser

Het systeem maakt gebruik van warmteopslag in de grond. De warmte wordt gebruikt voor vloerverwarming en om de lucht die de stal binnenkomt op te warmen. Hiervoor is een extra gang aan de stal gebouwd. In deze gang is een warmtewisselaar geplaatst die is aangesloten op een warmtepomp. De warmte komt uit een warmtebed naast de stal. De lucht kan zowel opgewarmd als gekoeld worden door middel van de warmtewisselaar in de gang. De afgevoerde warmte wordt opgeslagen in het warmtebed in de grond. Door het koelen is de kans op hittede schade beduidend minder.

Door het opwarmen of afkoelen van de binnenkomende lucht is de temperatuur in de stal op een constant niveau te houden. Gevolg hiervan is dat er ook minder ventilatiecapaciteit nodig is. In de stal is dan ook maar 30% van de normale ventilatiecapaciteit geïnstalleerd. De lucht wordt afgevoerd via een extra gang langs de andere zijde van de stal. In deze gang is een nevelinstallatie aangebracht om stof uit de lucht te halen. Na het afzuigen uit de gang gaat de lucht door een biologische luchtwasser. In de voorraadbak van de luchtwasser zit ook een warmtewisselaar. Hiermee wordt de warmte uit de ventilatielucht afgevoerd en direct gebruikt om de binnenkomende lucht op te warmen, of opgeslagen in de grond via het warmtebed. Om de hoeveelheid spuiwater te beperken is de luchtwasser uitgevoerd met een zogenaamde denitrificatiestap.

De verschillende onderdelen dragen bij aan de reductie van de ammoniakemissie. Wat de emissiefactor wordt van dit huisvestingssysteem is nog niet bekend.

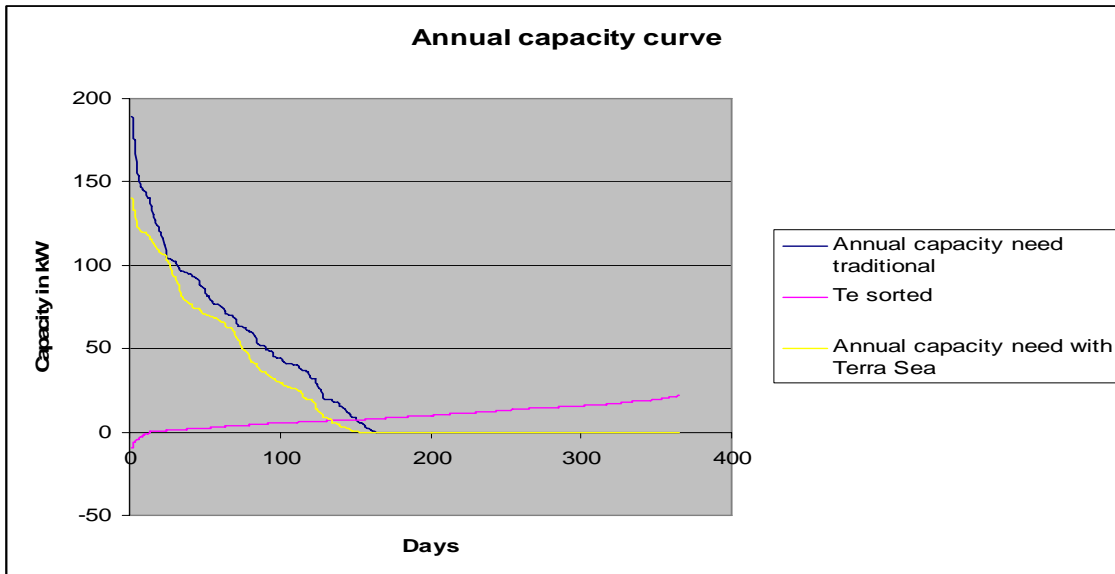
Figuur 13 Gang met warmtewisselaar bij het TerraSea-systeem



Wanneer het TerraSea-systeem wordt toegepast in een vleeskuikenstal van het standaard bedrijf, verandert de jaarbelastingsduurkromme (BDK).

De BDK is in de grafiek hieronder weergegeven. De gele lijn geeft de vernieuwde BDK weer. Deze ligt iets onder de traditionele lijn. Dit is mogelijk doordat de inkomende lucht altijd van een constante temperatuur is, waardoor de piekbehoefte worden verminderd.

Figuur 14 Vergelijking van de jaarbelastingsduurkromme van een vleeskuikenstal met- en zonder Terra Sea systeem



De maximale vermogensbehoefte van een stal uitgerust met het TerraSea-systeem ligt op 140 kW. Het aantal stookuren op jaarbasis veranderd nauwelijks.

6.3.2 Investering en jaarkosten

De investering in een TerraSea-systeem voor een stal van 30.000 kuikenplaatsen bedraagt € 110.000. Wanneer er een TerraSea-systeem zonder luchtwasser wordt geplaatst, bedraagt de investering € 60.000. Voor het standaard bedrijf bedraagt de investering dan € 330.000 inclusief luchtwasser en € 180.000 exclusief luchtwasser.

De jaarkosten bedragen de onderhoudskosten aan de warmtepompen. Deze zijn geraamd op 3%, dit geeft een bedrag van € 600 aan jaarkosten per stal. In totaal komen de jaarkosten dan op € 1.800 per jaar voor het standaard bedrijf.

De terugverdientijd wordt bepaald door de verbetering van de technische resultaten, de reductie op energiekosten en de reductie op medicijnkosten. Volgens de leverancier bedragen deze € 0,14 per afgeleverd vleeskuiken. Met 6,76 productie cycli per jaar voor het standaard bedrijf, bedraagt de extra opbrengst per jaar € 85.176. Dit geeft een terugverdientijd van 4 jaar.

De bovengenoemde cijfers en bedragen zijn opgave door de leverancier en kunnen verschillen per situatie. De cijfers zijn gebaseerd op een reeds uitgevoerd systeem welke al enige jaren draait bij een ondernemer welke hoog kwalitatieve vleeskuikens produceert. Hierbij zijn de resultaten vergeleken met een vergelijkbare traditionele stal op hetzelfde bedrijf.

In het rapport 'Exploitatiekosten ammoniakemissiearme systemen vleeskuikenhouderij' (rapport 108 van ASG-Veehouderij) wordt uitgebreid ingegaan op de investeringen en kosten van het TerraSea-systeem.

6.3.3 Voor- en nadelen

Het Terra Sea systeem is een uniek systeem, en heeft verschillende voor- en nadelen.

De voordelen zijn:

- Een reductie in stookkosten.
- Het hele jaar door een optimaal klimaat (geen invloeden van buiten af).
- Een verhoging van de technische resultaten.
- Weinig tot geen extra arbeid.
- Geen CO₂ in de stal door open verbranding.

De nadelen zijn:

- De hoge investering.
- Er moeten extra gangen in of aan de stal gebouwd worden.

Het systeem kan het best geïnstalleerd worden in nieuwbouw stallen, daar er aanpassingen in de constructie van de stal nodig zijn.

Het systeem maakt gebruik van een biologische luchtwasser. Er kan ook gekozen worden voor een chemische luchtwasser. Het voordeel van een biologische luchtwasser is dat het spuiwater uitgereden kan worden, er geen aantasting aan de constructie is door het ontbreken van chemische zuren, en dat het beter voor het milieu is.

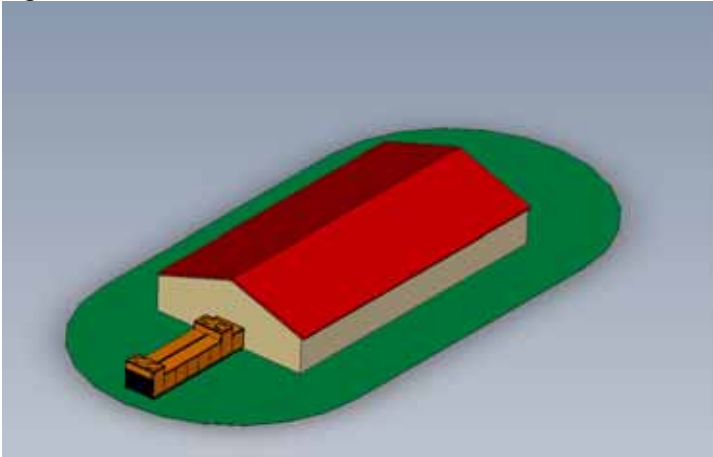
7 Warmtewisselaars

Een manier om het energieverbruik in de stallen terug te dringen is het toepassen van warmtewisselaars. Begin jaren '80 waren warmtewisselaars al toegepast in de vleeskuikenstallen, maar deze hadden veel last van technische storingen, met als oorzaak de vervuiling van de wisselaars. De nieuwe generatie warmtewisselaars is verder ontwikkeld, en hebben geen last van deze storingen. In dit hoofdstuk zullen de werking en de resultaten van de lucht op lucht warmtewisselaar besproken worden.

7.1 Beschrijving

De werking van de warmtewisselaar is eenvoudig. Inkomende verse buitenlucht wordt door de warme ventilatielucht opgewarmd in de warmtewisselaar en vervolgens de stal ingeblazen. De warmtewisselaar is een unit in de vorm van een zeecontainer die buiten, of in de stal geplaatst kan worden. Het meest handig is om de wisselaar buiten de stal te plaatsen, in verband met schoonmaken en technisch onderhoud. In figuur 15 staat een afbeelding van een vleeskuikenstal met warmtewisselaar. Er kunnen ook twee stallen aangesloten worden op de wisselaar.

Figuur 15 Vleeskuikenstal met buitengeplaatste warmtewisselaar



In de warmtewisselaar zijn lamellen geplaatst. De verse buitenlucht wordt door middel van een centrifugaal ventilator door de lamellen gezogen. Een axiaal ventilator zuigt de warme stallucht aan. De warme stallucht komt niet direct in contact met de verse buitenlucht. Door middel van het grote oppervlakte aan lamellen in de wisselaar wordt de warmte overgedragen.

Het thermisch rendement van de warmtewisselaars bedraagt ongeveer 80%. Dit wil zeggen dat bij een buiten temperatuur van 0 °C en een interne stal temperatuur van 30 °C, de inblaastemperatuur ongeveer 25 °C bedraagt.

Er zijn twee fabrikanten die een warmtewisselaar leveren: Agro Supply en Plettenburg. De wisselaars van beide fabrikanten zijn gebaseerd op het zelfde principe. Onderstaande gegevens kunnen verschillen per situatie en leverancier.

7.1.1 Agro Supply

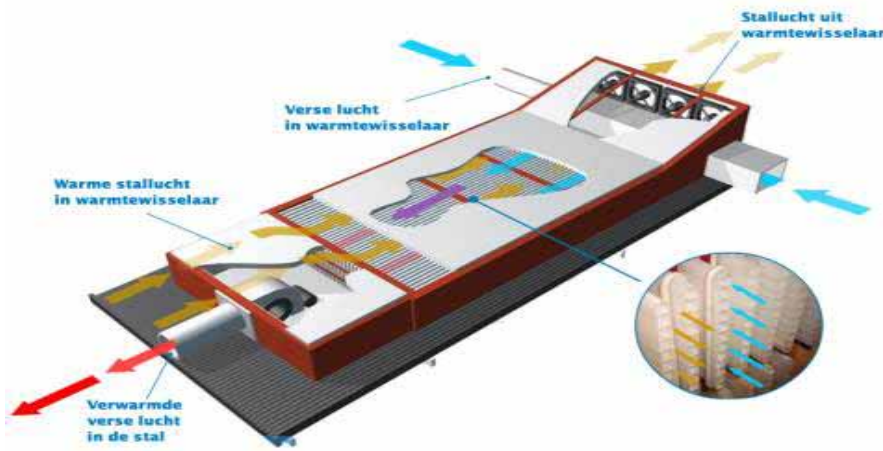
Agro Supply is een relatief jong bedrijf en is een dochterbedrijf van Vencomatic BV in Eersel. De speciaal voor de vleeskuikensector ontwikkelde warmtewisselaar van Agro Supply is sinds begin 2007 in werking op een testbedrijf. De resultaten van de stal uitgerust met de wisselaar zijn vergeleken met een stal zonder wisselaar. De stallen waren nagenoeg identiek. Op deze manier kon er een betrouwbaar resultaat van de wisselaar verkregen worden.

Voor een stal met 30.000 kuikenplaatsen gelden de volgende technische gegevens:

- een ventilatie capaciteit van 11.700 m³/uur. Wanneer er een hogere ventilatiebehoefte is in de stal zal de reguliere ventilatie bijspringen
- een lengte van 9 meter, 1,5 meter breed en 2,1 meter hoog en is verplaatsbaar
- het vermogen van de aan- en afzuig ventilatoren in de wisselaar is 0,75 kW per stuk.

In figuur 16 staat een doorsnede van de warmtewisselaar afgebeeld.

Figuur 16 Principe van een warmtewisselaar

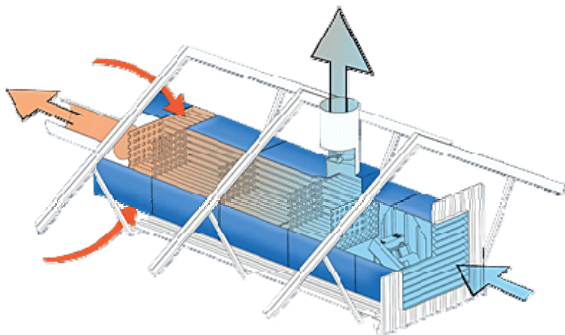


De wisselaar van Agro Supply kan achter of in het midden naast de stal geplaatst worden. Wanneer de wisselaar achter de stal geplaatst wordt, zal er achter in de stal een inzuig- en een afblaaspijp geplaatst worden. De geconditioneerde verse lucht zal de stal ingeblazen worden. Voor een optimale verdeling van de verse lucht in de stal zijn enkele ondersteuningsventilatoren in de stal geplaatst. Het vermogen van de ondersteuningsventilatoren is 0,3 kW per stuk. In de stal moeten 2 ondersteuningsventilatoren geplaatst worden.

7.1.2 Plettenburg

Plettenburg is een bedrijf in Hezingen dat gespecialiseerd is in mestdroging en luchtbehandeling. De fabrikant heeft een zelfde soort warmtewisselaar ontwikkeld voor de vleeskuikensector als die van Agro Supply. De werking van de wisselaar is hetzelfde, het inbrengen van de verse geconditioneerde stallucht in de stal is daarentegen anders. Het inblazen van de lucht geschiedt door middel van folie slangen die in de stal hangen. De slangen zijn voorzien van gaatjes, hierdoor wordt de lucht optimaal in de stal verdeeld. In plaats van grote folieslangen kunnen er ook kleinere buizen op de voerlijn gemonteerd worden. Per stal zijn er ongeveer 3-4 folieslangen nodig voor het verdelen van de lucht.

Figuur 17 Plaatsing van een warmtewisselaar in de nok van een stal



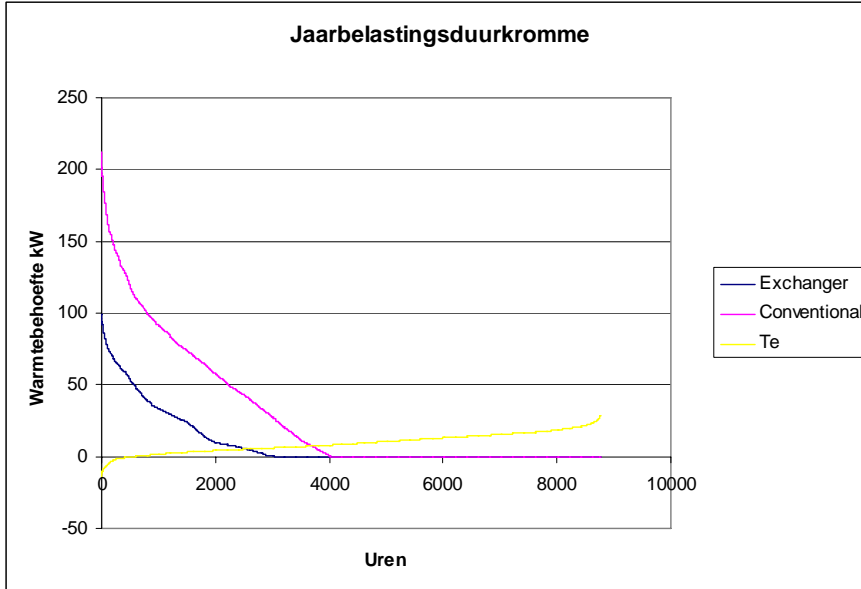
Voor een stal met 30.000 kuikenplaatsen gelden voor deze warmtewisselaar de volgende technische gegevens:

- een ventilatie capaciteit van 10.500 m³/uur. Wanneer er een hogere ventilatiebehoefte is in de stal zal de reguliere ventilatie bijspringen
- een lengte van 9 meter, 2 meter breed en 2 meter hoog en is niet verplaatsbaar
- het vermogen van de inblaasventilator (dubbel aanzuigende centrifugaal ventilator) is 5,5 kW. Het vermogen van de afzuigventilator (axiaal ventilator met een ventilatie capaciteit van 15.000 m³/uur) is 2,2 kW.

7.2 Vermogensbehoefte en stookuren

Wanneer een warmtewisselaar wordt toegepast in een vleeskuikenstal, verandert de vermogensbehoefte van de stal. In de onderstaande grafiek staat de originele en de veranderde jaarbelastingsduurkromme afgebeeld (BDK).

Figuur 18 Jaarbelastingsduurkromme van een traditionele vleeskuikenstal en een stal met warmtewisselaar



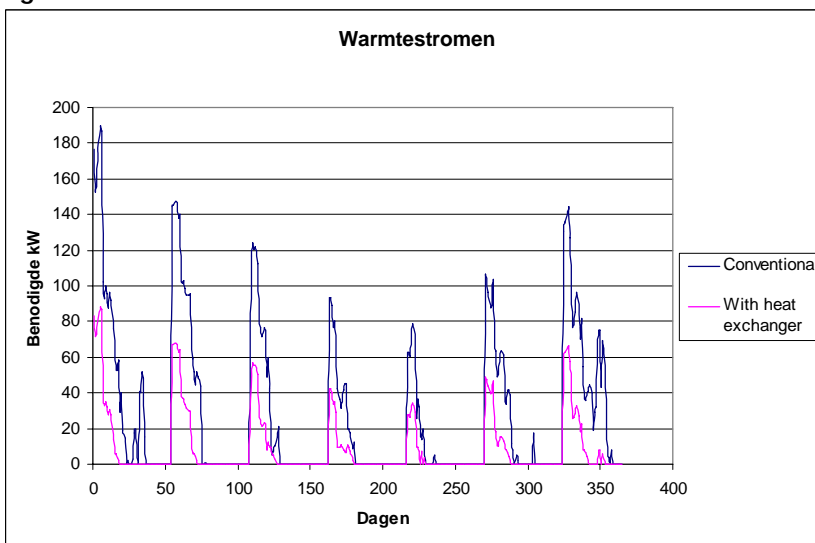
De grafiek is gebaseerd op de waarden van het standaard bedrijf, in combinatie met een 10.500 m³/uur warmtewisselaar met een rendement van 75%. De grafiek laat zien hoe de traditionele BDK (Conventional) verplaatst wanneer er een warmtewisselaar wordt toegepast (Exchanger).

De BDK in de traditionele stal ligt hoger dan de BDK in de stal met de wisselaar. Volgens deze grafiek voldoet een geïnstalleerd thermisch vermogen van 85 kW bij 99,5% dekking. In de traditionele stal voldoet een geïnstalleerd thermisch vermogen van 185 kW bij 99,5% dekking. Hieruit kan afgeleid worden dat de warmtewisselaar als een verwarmingseenheid van 100 kW gezien kan worden.

In de praktijk blijkt het verschil kleiner te zijn. In dit geval is een vrij hoge minimum ventilatie ingevoerd, zodat het verschil groter lijkt. Desalniettemin zal het geïnstalleerd thermisch vermogen in de stal met wisselaar lager zijn dan in de traditionele stal.

In de onderstaande grafiek staan de warmtestromen in de traditionele stal en in de stal met wisselaar afgebeeld.

Figuur 19 Warmtestromen in een traditionele vleeskuikenstal en in een stal met wisselaar



De grafiek laat de verschillen in stookuren zien tussen een traditionele stal en een stal met warmtewisselaar. De lijn van de traditionele stal ligt hoger dan de lijn van de stal met wisselaar. Dit betekent dat er in een stal met warmtewisselaar minder gestookt wordt dan in een traditionele stal.

7.3 Voor- en nadelen

De warmtewisselaars van beide fabrikanten hebben verschillende voor- en nadelen.

De voordelen zijn:

- Een reductie van ongeveer 50% op de verwarmingskosten (volgens de leveranciers).
- Een verlaging van de CO₂ concentratie en de relatieve luchtvochtigheid; er hoeft minder op CO₂ en op RV geventileerd worden.
- Een verwachte verbeterde strooiselkwaliteit
- Er zijn minder stookuren, dit komt de rust in de stal ten goede.
- Het thermisch rendement van de wisselaar bedraagt ongeveer 80%.
- Een terugverdientijd van ongeveer 4 jaar bij de huidige gas prijs.
- Het systeem heeft een verwachte lange levensduur (ongeveer 25 jaar).

De nadelen zijn:

- Het systeem moet onderhouden, en schoongemaakt worden (ongeveer 1,5 uur per ronde).
- De ventilatoren van het systeem verbruiken elektriciteit.

De huidige warmtewisselaars blazen opgewarmde verse lucht de stal in. Deze lucht heeft een iets lagere temperatuur dan de interne staltemperatuur. Een optie kan zijn om een verwarmingssysteem in het inblaassysteem te plaatsen, waardoor de verse lucht opgewarmd wordt tot de interne staltemperatuur. Het schoonmaken gebeurt nu nog handmatig. Een optie kan zijn om een automatisch schoonmaak (sproei) systeem in de wisselaar te plaatsen. Op deze manier kan er arbeid en moeite bespaard worden.

7.4 Investering en jaarkosten

De investering in de twee types warmtewisselaars is ongeveer hetzelfde. Daarom gaan we uit van een gemiddelde prijs.

Voor een stal van 30.000 kuikenplaatsen moet er een warmtewisselaar geïnstalleerd worden met een capaciteit van 10.500 m³/h (er wordt een capaciteit van 0,35 m³/h per kuikenplaats gehanteerd).

Wanneer er twee stallen van 30.000 kuikenplaatsen naast elkaar staan, kunnen er 2 stallen aangesloten worden op 1 wisselaar. De capaciteit van deze wisselaar zal dan 21.000 m³/h bedragen.

De investering in een wisselaar van 10.500 m ³ /h bedraagt:	€ 22.000
De investering in een wisselaar van 21.000 m ³ /h bedraagt:	€ 36.000
De opbouw / installatie kosten per wisselaar bedragen ongeveer:	€ 4.000

De totale investering voor het standaard bedrijf bedraagt dan ongeveer tussen de € 65.000 en € 70.000.

De bovengenoemde investering zijn exclusief btw, elektrische bedradingen en fundering en kunnen per leverancier en situatie verschillen. De jaarkosten bedragen alleen het schoonmaken van de wisselaar. Er hoeven geen onderhoudskosten gemaakt worden. Voor het schoonmaken van de wisselaar staat 1,5 uur per ronde. Bij een uurprijs van € 30 en afgerond 7 rondes per jaar geeft dit een bedrag van € 210 aan schoonmaakkosten per jaar.

Op basis van de huidige gasprijs, en de verstrekte informatie van de leveranciers, bedraagt de terugverdientijd voor de warmtewisselaars tussen de 4 en 5 jaar.

8 Discussie

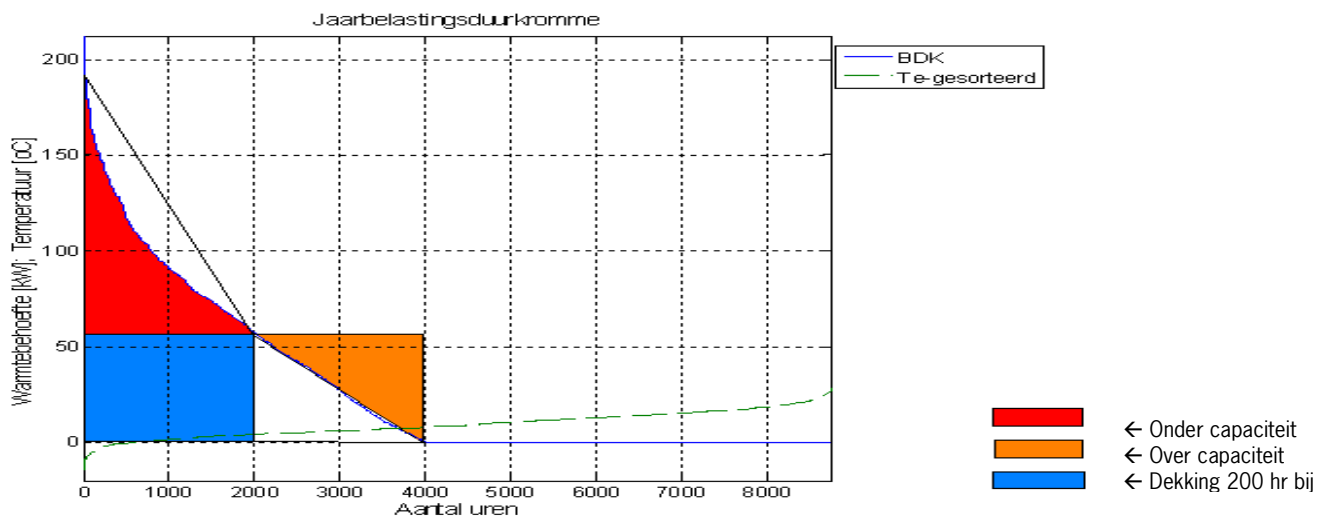
Gezien de vele mogelijkheden om de kosten te reduceren in de vleeskuikenhouderij, is het moeilijk één concrete uitslag te bieden. Veel installaties bieden grote kostenreducties en dringen het gebruik van fossiele brandstoffen erg terug.

Vanuit het vleeskuikenbedrijf zal goed gekeken moeten worden welke systemen het best toepasbaar zijn op het betreffende bedrijf. Zo is in de ene regio een gemakkelijke voorziening van houtachtige brandstoffen beschikbaar, terwijl andere regio's wellicht eerder beschikken over een perfect grond/bodem klimaat om een warmtepomp toe te passen. Ook van belang is of de vleeskuikenhouder de besparing alleen in zijn kwantiteit of kwaliteit wil terugzien, en of het belang buiten de portemonnee ook zijn voordelen biedt aan het milieu.

Gezien het feit dat de houtkachel aardig positief in beeld komt, daar de kWh prijs in verhouding tot de prijs van aardgas minder sterk zal stijgen en daardoor ook meer bereidheid zal zijn om extra te stoken en ventileren, zal deze installatie als vervanger voor de reguliere HR-ketel toegepast kunnen worden.

Uit de resultaten is ook sterk gebleken dat de vermogensbehoefte grotendeels wordt bepaald door de belastingsduurkromme geheel te kunnen dekken. Echter geeft dit een fout beeld, daar deze hoge capaciteiten slechts voor korte periodes per ronde noodzakelijk zijn (zie figuur 20). De hoge piekbelasting resulteert in hoge investeringen in erg grote installaties, welke relatief weinig vollasturen zullen draaien. Hierdoor wordt niet alleen de terugverdientijd langer, de levensduur van de ketel loopt terug en het rendement zal verminderen. Investeren in een ketel met een beperkte capaciteit en verder een aanvulling met een normale HR-ketel kan economisch toch interessant zijn.

Figuur 20 Jaarbelastingsduurkromme bij een ketel van 60 kW



Naast dat de houtkachel door de relatief lage terugverdientijd interessant is als vervanger van de HR-ketel, is er ook het voordeel van onafhankelijkheid van de traditionele gasleveranciers.

Toch zal de gehele investering interessanter worden wanneer er niet alleen gekeken wordt naar het terugverdienen op de omschakeling van brandstof, maar ook een zo groot mogelijke reductie te creëren in de gehele stookkosten door thermische energie her te gebruiken zoals beschreven bij warmtepompen en warmtewisselaars. Een combinatie van deze systemen zal voor een lagere investering zorgen in het verbrandingssysteem, waardoor ook de terugverdientijden aanzienlijk lager kunnen worden.

In de grafiek van figuur 20 staat aangegeven dat bij een piek vermogensbehoefte van 200 kW, een 60 kW verwarmingsinstallatie 2000 vollasturen zal draaien en daarnaast ook nog eens 2000 half last uren. De overige piek van de vermogensbehoefte zal hier opgevangen kunnen worden door een conventionele HR-ketel die veel lager in aanschafprijs is. Of door warmteopslag systemen zoals buffers gecombineerd met een warmtepomp. Deze systemen zullen zichzelf terug verdienen doordat het totale brandstofverbruik met meer dan 50% zal afnemen.

De reductie op stookkosten van de warmtewisselaars is reeds bewezen en zal in al deze systemen een besparing kunnen bieden. Vooral bij het toepassen bij verwarmingssystemen zonder warmteopslag, zal deze vorm van hergebruik van thermische energie veel besparing op de stookkosten kunnen opleveren.

9 Conclusie

Uit het onderzoek naar de mogelijkheden voor het toepassen van alternatieve en besparende energiesystemen zijn er verschillende mogelijkheden voor de vleeskuikenhouder naar voren gekomen.

Houtkachels zijn goed toepasbaar voor het opwekken van thermische energie. Op dit moment maken een aantal vleeskuikenhouders in Nederland gebruik van dit systeem voor het verwarmen van hun stallen. Houtkachels kunnen op houtsnippers, houtpellets of op andere biobrandstoffen zoals Miscanthus gestookt worden. Houtsnippers en pellets kunnen gekocht worden bij een leverancier of worden in sommige gevallen kosteloos verstrekt door de gemeente. Deze markt is afhankelijk van het vraag en aanbod. De laatste jaren is de vraag naar deze producten gestegen en daarmee ook de prijs.

Miscanthus is ook te gebruiken als brandstof als het op het eigen bedrijf verbouwd wordt. De effecten op de ketel zijn alleen nog niet bewezen. Het chloorgehalte van het gewas kan de ketel schaden waardoor de levensduur achteruit loopt. Aanbevolen wordt om een hoeveelheid hout mee te verbranden (20%). Er zijn al producenten die speciale kachels aanbieden die beter geschikt zijn voor de verbranding van Miscanthus. De hoeveelheid as die overblijft na de verbranding van houtsnippers of pellets is ongeveer 1-3% van het oorspronkelijke volume. Dit hangt af van de kwaliteit van het hout. Het as gehalte bij Miscanthus ligt hoger, op ongeveer 9-11%.

Er is een hoge variatie in de prijs van een houtkachel. Dit wordt bepaald door de kwaliteit, de mate van automatisering en de soort brandstof die gebruikt wordt.

De wetgeving omtrent emissie eisen voor houtkachels moet niet overgeslagen worden. Wanneer er een houtkachel geplaatst wordt op een bedrijf, zal er een aanpassing in de milieuvergunning geregeld moeten worden. In sommige gevallen zal de gehele milieuvergunning opnieuw verleend moeten worden. Dit kan tijd en moeite kosten. Naast de emissie eisen zal er naar de brandveiligheid gekeken worden. Bij plaatsing van de installatie in een nieuw gebouw is ook een bouwvergunning nodig.

Een andere manier om energie op te wekken op het bedrijf is het plaatsen van een mestvergasser. Op deze manier hoeft de mest niet meer afgezet worden, en kan de pluimveehouder zijn eigen stroom opwekken en doorverkopen. De thermische energie die opgewekt wordt tijdens het vergassen kan gebruikt worden voor het verwarmen van de stallen. De (emissie) wetgeving rondom vergassers is vrij streng, daarnaast vergt het plaatsen van een vergasser een hoge investering. Op dit moment wordt de toepasbaarheid van kleinschalige vergassingssystemen nog onderzocht.

Warmtepompen zijn goed toepasbaar voor het verwarmen van de vleeskuikenstallen. Een warmtepomp kan aangesloten worden op een vloerverwarming en is in combinatie met het Kombidek®-systeem van R&R-systems ammoniak reducerend. Een nadeel van de warmtepomp is dat het opwarmen van de stal lang kan duren, zeker als de stal geheel afkoelt tijdens de leegstand.

Voor het reduceren van het gasverbruik van een vleeskuikenstal is een warmtewisselaar geschikt. In een warmtewisselaar wordt de warmte van de ventilatie lucht gebruikt om de inkomende verse buitenlucht te verwarmen. De huidige warmtewisselaars geven goede resultaten en zijn makkelijk inzetbaar in een vleeskuikenstal. Bij een reductie op de stookkosten van 50-60% is het plaatsen van een warmtewisselaar economisch aantrekkelijk.

Het plaatsen van een alternatief energie systeem kan een fiscaal voordeel opleveren. Wanneer er gebruik gemaakt kan worden van de EIA regeling, hoeft er in sommige gevallen minder belasting betaald worden. De grootte van het fiscale voordeel hangt af van de hoogte van de investering, de winst van het bedrijf en het belastingspercentage dat er betaald moet worden.

Het veranderen van energiesysteem vraagt in alle gevallen extra arbeid. Dit verschilt per systeem. Dit kan bestaan uit bijvoorbeeld het vullen van de houtkachel, het schoonmaken van de warmtewisselaar of het onderhouden van de warmtepompen.

Voor elke vleeskuikenhouder zal het geschikte energie (besparende) systeem kunnen verschillen, het hangt af van zijn bedrijfsmanagement, bedrijfsgrootte en de constructie van zijn vleeskuikenstallen.

Literatuur

Internet

1. Agro Supply, leverancier van warmtewisselaars, www.agrosupply.com
2. Aitec, leverancier van houtkachels, www.aitec.nl
3. Bio energie Nederland, leverancier van houtkachels, www.bioenergiened.nl
4. Bioheat, informatie centrum voor biomassa verbranding, www.bioheat.info
5. Biomassa Stroomlijn, leverancier van biomassa brandstoffen, www.biomassastroomlijn.nl
6. CBS, data base, www.cbs.nl
7. ECN, energie onderzoekscentrum, www.ecn.nl
8. Ermaf, leverancier van gaskanonnen, www.ermaf.nl
9. Estufa, leverancier van houtkachels, www.estufa.nl
10. Farmer Automatic, leverancier van vergassers, www.farmerautomatic.nl
11. Gasterra, leverancier van gas, www.gasterra.com
12. Geissler, installatie bedrijf, www.geissler.nl
13. Geo Cool, bedrijf gespecialiseerd in warmtepompen, www.geocool.net
14. Groen Holland, organisatie gespecialiseerd in warmteonttrekking uit de grond, www.groenholland.nl
15. Host, leverancier van vergassers, www.host.nl
16. Hout cv, leverancier van houtkachels, www.hout-cv.nl
17. Indi eco, leverancier van houtkachels, www.indieco.nl
18. Infomil, onderdeel van Senter Novem, informatie centrum voor duurzame ontwikkelingen en energie, www.infomil.nl
19. Informatie centrum voor duurzame energie, www.duurzame-energie.nl
20. Inno Plus, leverancier Terra Sea systeem, www.inno-plus.nl
21. Linka, Deense leverancier van houtkachels, www.linka.dk
22. Logi spanleverancier van houtsnippers en pellets, www.logispan.nl
23. Milieu dienst IJmond, www.milieudienst-ijmond.nl
24. Plettenburg, leverancier van warmtewisselaars, www.plettenburg.net
25. Pluimveehouderij, online archief met artikelen over pluimvee, www.pluimveehouderij.nl
26. Priva Agro Landbouw, leverancier van gaskanonnen, www.agro.priva.nl
27. R&R-systems, leverancier van het Kombidek systeem, www.energieverdieners.nl
28. Senter Novem, agentschap voor duurzaamheid en innovatie, www.senternovem.nl
29. Tubro, leverancier van houtkachels, www.tubro.nl
30. Vaillant, leverancier CV-ketels, www.vaillant.nl
31. Wessermann, leverancier van verwarmingssystemen, www.wessermann.nl

Boeken en rapporten

32. Animal Sciences Group, (2004). *Handboek pluimveehouderij*. Lelystad: ASG.
33. Animal Sciences Group, (2005). *KW/N*. Lelystad: ASG
34. Annevelink, E., Bakker R.R., Meeusen M.J.G., (2006) *Quick scan kansen op het gebied van biobrandstoffen, rapport 619*. Wageningen: Agrotechnologie & Food innovation.
35. Rijn, D. van, (2007). *Alternative energy and reducing the energy consumption in the broiler sector*. Wageningen: Van Hall Larenstein.
36. Smeets, J.H., (2007). *Alternative energy and reducing the energy consumption in the broiler sector*. Wageningen: Van Hall Larenstein.
37. Telle, M., Klooster, K. van 't, *Koelen met een warmtepomp*. IMAG-LDO
38. Vos, R. de, Tijmens, M. (2005). *Bio-energie van eigen bodem*. Utrecht: Ecofys bv.
39. VROM, (2006), *Cijfers en tabellen 2006*.

Artikelen

40. Bijleveld, H. (2007). Zuinige warmtewisselaar weet van wanten. *Pluimveehouderij*, 11, p. 11-12.
41. Clifton-Brown, J.C., Stampel P.F., Jones M.B., (2004) Miscanthus biomass production for energy in Europe and its potential contribution to decreasing fossil fuel carbon emissions. *Global change biology*, 10, p. 509-518.
42. Dun, B. van, (2006). Mestvergisting hoort terug op de kaart. *Pluimveehouderij*, 47, p.16-17 25 november
43. Farrell, A.E., Plevin R.J., Turner B.T., Jones A.D., O'Hare M., Kammen D.M., (2006) Ethanol can contribute to energy and environmental goals. *Science*, 311, p. 506-508.

44. Harn, Ing. J. van, Veldkamp, Dr. Ing. T. (2007). Vergelijkbare technische resultaten. *Pluimveehouderij*, 9, p.19-21.
45. Jones, E.K., Wather, C.M., Webster, A.J., (2005). Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. *Animal Behaviour Science*, 90, p. 293-308.
46. Klein Swormink, B. (2007). Gemak voor het dier, voordeel voor de mens. *Pluimveehouderij*, 9, p. 16-18.
47. Kristensen, H.H., Wathes, C.M., (2000). Ammonia and poultry welfare: A review. *World's Poultry Science*. J, 56, p. 235-245.
48. Sleurink, D. (2005). Het kronkelige paadje omhoog. *Pluimveehouderij*, 43, p. 10-13.

Personen

49. Bakker, R. Hout CV
50. Ellen, Ing. H.H., Animal Sciences Group Wageningen
51. Halman, P. Geissler
52. Houtem, E. van, R & R systems
53. Kasper, Ir. G., Animal Sciences Group Wageningen
54. Linden, Ing. J.P.F.M. van der, Inno Plus
55. Neimeijer, M. R-we.
56. Nijboer, B., Tubro
57. Ooster, Ir. B. van 't, Wageningen university
58. Rullens, J. Infomil
59. Tongeren, M. van, Animal Sciences Group Wageningen
60. Vermeij, Ir. I., Animal Sciences Group Wageningen
61. Wichers, M. Estufa
62. Wiezeneker, J. Aitec
63. Workamp, J., GD Deventer

Bijlagen

Bijlage 1 Miscanthus rekenmodel

Berekening Miscanthus op bedrijfsniveau (kosten en opbrengsten)

Berekenbaar per ha totaal oppervlak

Bedragen zijn Excl. btw.

Aantal ha (invulbaar) 5,6

Kosten Miscanthus

Teelt	bewerking	kosten (€/ha)	frequentie	kostensom (€/ha)
	ploegen	€ 132,00	1	€ 132,00
	plantmateriaal incl. rooien	€ 1.800,00	1	€ 1.800,00
	transportkosten rhizomen	€ 50,00	1	€ 50,00
	planten	€ 150,00	1	€ 150,00
	spuiten	€ 30,00	2	€ 60,00
	sputmiddel	€ 10,00	2	€ 20,00
	wiedeggen	€ 18,00	1	€ 18,00
	bemesten	€ 118,97	19	€ 2.260,52
	pacht	€ 750,00	20	€ 15.000,00
Oogst	hakselen + transport	€ 396,58	19	€ 7.535,06
Teeltbeëindiging	diepfrezen	€ 340,49	1	€ 340,49
	doodspuiten	€ 170,24	1	€ 170,24
Opslag+	dekkleden	€ 50,00	5	€ 250,00
transport	Voorlader	€ 7.000,00		
	voorlader Prijs voorlader/19/ha nieuwwaarde: 7.000 restwaarde 0% nieuwwaarde	€ 65,79	19	€ 1.250,00
	Totaal teelt			€ 29.036,31
verbranding	Kosten Kachel incl. toebehoren	67500		
	Afschrijving verbrandingsketel (investering/20/ha)	602,7	20	€ 12.053,57
	Onderhoud kachel 3% (investering*0,03/20/ha)	361,6	20	€ 7.232,14
	Rente percentage	0,05		
	Rente lening 5%	301,3	20	€ 6.026,79
	As afvoerkosten	35,0		
	As afvoerkosten per ton 9%as	47,25	20	€ 945,00
	Totaal verbranding			€ 26.257,50
	EIA 44%	-9504		
	EIA per ha	-1697,1	1	€ 1.697,14-
	restwaarde			€ 0
	Totaal teelt +verbranding			€ 53.596,67

De totale kosten per ha per jaar zijn: voor Miscanthus € 2.679,83 /ha

Opbrengsten Miscanthus

	opbrengst (ton ds/ha)	energiewaarde (Kwh/ton ds)	energiewaarde(Kwh)	freq.	opbrengst
1e jaar	3	4722,2	14166,67 Kwh	1	14166,7 Kwh
2e jaar	10	4722,2	47222,22 Kwh	1	47222,2 Kwh
andere 18 jr	15	4722,2	70833,33 Kwh	18	<u>1275000</u> Kwh
					Totaal 1336389 Kwh
1 m ³ aardgas			8,3 Kwh		

Opbrengst 1e jaar

rendement verbranding 10% lager dan HR-gasketel:
Dit komt overeen met

14166,7 Kwh/ha
12750 Kwh/ha
1536,1 m³ gas/ha

Opbrengst 2e jaar

rendement verbranding 10% lager dan HR-gasketel:
Dit komt overeen met

47222,2 Kwh/ha
42500 Kwh/ha
5120,5 m³ gas/ha

Opbrengst overige 18 jaar

hieruit volgt: 1275000 Kwh / 18 jaar =
rendement verbranding 10% lager dan HR-gasketel:
Dit komt overeen met

70833 Kwh/ha/jaar
63750 Kwh/ha/jaar
7681 m³ gas/ha/jaar

Totale gas opbrengst per bedrijfsoppervlakte Miscanthus

Jaar 1	8602,4 m ³ gas/jaar	Financieel € 4.301,20
Jaar 2	28674,7 m ³ gas/jaar	€ 14.337,35
Jaar 3-20	43012,0 m ³ gas/jaar	€ 21.506,02

Financiële opbrengsten per hectare totaal

Totale energie opbrengst incl. rendement	1202750,0 Kwh
Dit komt overeen met	144909,6 m ³ gas
1 m ³ gas kost	€ 0,50
Financiële opbrengst totaal	€ 72.454,82
Kosten per ha totaal	€ 53.596,67
Winst	€ 18.858,15
Winst per ha/jaar	€ 942,91

Bedrijfsresultaat

Aantal ha	5,6
	€
Financiële opbrengst 20jr	405.746,99
	€
Totale kosten 20jr	300.141,33
	€
Winst	105.605,66
Kosten per bedrijfsopp. per jaar	€ 15.007,07
TVT kachel(minus 1e 2 prod. jaren)	8,9 jaar

Bedragen zijn Excl. btw.

Bijlage 2 Berekening vergasser

		Bedragen zijn inclusief BTW		
Aantal vleeskuikens		90.000		
Capaciteit vergasser	kW	55,0		
Aantal bedrijfsuren	uur/jaar	8000		
Thermisch vermogen	m ³ equivalent	20,4		
Basisuitgangspunten	<i>Eenheid</i>	<i>Waarde</i>		
Gasprijs	euro/m ³	€ 0,60		
Elektriciteitsprijs	euro/kWh	€ 0,15		
Elektriciteitsprijs bij teruglevering aan net	euro/kWh	€ 0,064		
Rente		4,60%		
Arbeidskosten komende 10 jaar	euro/uur ja = 1 /nee= 0	€ 22,00		
Droogtunnel aanwezig		1		
Mestproductie per dier 55% ds	kg/jaar	10,00		
Mestafzetprijs bij 55%ds	euro/ton	€ 35,00		
Elektriciteitsverbruik	kWh/dier/jr	3,20		
Elektriciteitsverbruik nadroging mest tot 80%	kWh/dier/jr	0,50		
Gasverbruik per dier	m ³	0,6		
Investeringskosten en jaarkosten			<i>afschrijving</i>	<i>onderhoud</i>
Droogtunnel		€ 170.000	7,5%	3,0%
Vergasser	euro	€ 160.000	6,5%	2,0%
Stirling motor	euro	€ 120.000	10,0%	2,0%
Boiler	euro	€ 20.000	6,5%	2,0%
Gebouw (150 m ²)	euro/m ²	€ 175	3,0%	1,0%
			totale kosten	€ 60.014
Opbrengsten (minus stroomverbruik proces)				
Elektra opbrengst	kWh	152.000		€ 9.728
Elektra kosten nadrogen	kWh	45.000		-€ 2.880
Elektra verbruik machines	kWh	500		-€ 32
Warmte uitgedrukt in m3 gas	m3	163.000		€ 48.900
rendement warmte opbrengst		50%		
Besparingen				
mestafzetkosten	ton	900		€ 31.500
elektriciteit	kWh	288.000		€ 43.200
			Opbrengsten en besparingen	€ 130.416
			Opbrengsten minus kosten	€ 70.402
			Opbrengsten minus kosten excl. warmte	€ 21.502
Terugverdientijd		7,0	jaar	