

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 401

Methodisch ontwerpen voor een integraal
duurzaam houderijsysteem voor zeugen en
biggen

Oktober 2010



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel
van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek,
2010

Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt
geen aansprakelijkheid voor eventuele schade
voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van
dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central
Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting
Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen
met het Departement Dierwetenschappen van
Wageningen University de Animal Sciences Group
van Wageningen UR (University & Research
centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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

Abstract

Results of the followed course 'Structured Design' with the Farm Technology Group at the Wageningen University. Assignment was to design an integral sustainable husbandry system for sows and piglets. This report describes the structured design process in which the heterogeneous needs of the actors in and around the pig husbandry system are unified in the design process as well as in the final design.

Keywords

Structured design, design engineering, methodical design, van den Kroonenberg, sustainability, pig husbandry, multi-stakeholder process

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

Hanneke Miedema
Bart van Tuijl
Ellen van Weeghel

Titel

Methodisch ontwerpen voor een integraal
duurzaam houderijsysteem voor zeugen en
biggen

Rapport 401

Samenvatting

De resultaten van het gevolgde vak 'Methodisch Ontwerpen' bij de leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie aan de Universiteit van Wageningen. Opdracht was het ontwerpen van integraal duurzaam houderijsystemen voor zeugen en biggen. Dit verslag beschrijft het methodisch ontwerpproces waarbij de heterogene behoeften van de actoren in en om het varkenshouderijsysteem zijn verenigd in het ontwerpproces alsook in het uiteindelijke ontwerp.

Trefwoorden

Methodisch ontwerpen, van den Kroonenberg, duurzaamheid, varkenshouderij, multi-stakeholder proces



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN **UR**

Rapport 401

Methodisch ontwerpen voor een integraal duurzaam houderijsysteem voor zeugen en biggen

Structured Design of an integral sustainable husbandry system for sows and piglets

Hanneke Miedema
Bart van Tuijl
Ellen van Weeghel

Oktober 2010

Voorwoord

In dit rapport worden de resultaten van het gevolgde vak Methodisch Ontwerpen beschreven zoals die wordt gegeven aan de Universiteit van Wageningen bij de Leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie. Ruim 2 maanden heeft een interdisciplinair team onder begeleiding van Ir. Bert van 't Ooster, Prof. dr. ir. Peter Groot Koerkamp en Ir. Hanneke Pompe de ontwerpmethodiek gebaseerd op Van den Kroonenberg door- en meegemaakt. Deze verkenning van het vak levert geen eindontwerp op, maar een eerste ervaring met het integraal duurzaam ontwerpen van een zeugenhouderijsysteem met behulp van Methodisch Ontwerpen.

Het interdisciplinaire team:

Hanneke Miedema

Bart van Tuijl

Ellen van Weeghel

Inhoudsopgave

Voorwoord

1	Inleiding	1
2	Ontwerpprobleem	3
2.1	Huidige situatie.....	3
2.2	Ideale situatie	3
2.3	Probleemdefinitie	4
3	Vooronderzoek: kennismaking met het probleem en verkenning van de behoefte	6
3.1	Geschiedenis van de varkenshouderij	6
3.2	Huidige ontwikkelingen in de varkenshouderij	6
3.3	Behoeftte van de opdrachtgever	7
3.4	Stakeholderanalyse	8
3.5	Betrekken van stakeholders.....	10
3.6	De behoefte aan een integraal duurzame zeugenhouderijsysteem	10
3.7	Omgeving waarin het ontwerp gaat functioneren	11
3.8	Problemen bij het vervullen van de behoefte	11
4	Vooronderzoek: herformulering van de ontwerpopdracht en systeemanalyse	14
4.1	Inleiding	14
4.2	Systeemanalyse	15
5	Tussen vooronderzoek en probleemdefinitie: systeemdoelen	18
5.1	Perspectief van het ontwerpteam op de gewenste (eind)situatie	18
5.2	Integraal duurzaam, diervriendelijk, C2C- en haalbaar zeugen- en biggenhouderij- systeem.....	19
6	Probleemdefinitie: State of art and novelty research.....	21
7	Probleemdefinitie: Programma van eisen (Brief of requirements)	22
7.1	Totstandkoming eisen	22
7.2	Weging van de eisen.....	25
7.3	Kwantificeren van de variabele eisen	27
8	Tussen probleemdefinitie en werkwijzebepaling: functiedefinitie	29
8.1	Analyse van de functies	29
9	Werkwijze bepaling: QFD – HoQ Engineering characteristics	30
9.1	Consumer attributes en engineering characteristics verzamelen	30
9.2	Weging van de consumer attributes	31
9.3	Vergelijking met bestaande systemen	31
9.4	De relaties tussen consumer attributes en engineering characteristics	31
9.5	Belangrijkheid van engineering characteristics.....	31
10	Werkwijzen (modes of operation).....	33
10.1	Motivatie van de gebruikte methoden; Functies verzamelen.....	33
10.1.1	Subfuncties selecteren	33
10.2	Zoeken naar mogelijke werkwijzen	34
10.2.1	Het morfologisch diagram	35
11	Gegenereerde ontwerpalternatieven	38

11.1 Systeem 1: “ Biggetjes centraal!”	38
11.2 Systeem 2: “ De kleine eik”	38
11.3 Systeem 3: “ Natuurlijk welzijn”	39
11.4 Systeem 4: “ Hightech”	40
11.5 Systeem 5: “ Pigs paradise”	41
12 Beoordeling alternatieve concepten	43
12.1 Kesselring diagrammen	43
12.2 Radarplot.....	45
12.3 Eindoordeel beoordeling alternatieve concepten.....	45
13 CAD; Ontwerp van een integraal duurzaam zeugenhouderij systeem.....	46
13.1 Energiestromen	46
13.2 Energieverbruik in de toekomst	46
13.3 Kosten	49
14 3D – CAD tekeningen van Pigs Paradise.....	53
14.1 Waarom Pigs paradise?	53
14.2 Systeembeschrijving van Pigs paradise	53
14.3 CAD-tekeningen van Pigs paradise	54
15 Discussie en conclusies	60
15.1 Het ontwerpteam over methodisch ontwerpen	60
15.2 Het ontwerpteam over het eindontwerp	60

1 Inleiding

Achtergrond

Het project 'Varkansen' ontwerpt systemen voor een duurzame varkenshouderij. Systemen die de behoeften van dier, ondernemer, consument / burger en milieu verenigen. Systemen voor nu en de toekomst. Het is een innovatieve zoektocht naar een goede balans tussen dier, boer, burger en omgeving. Het project wordt uitgevoerd met en voor iedereen met een belang in een duurzame varkenshouderij. De focus ligt op het zichtbaar maken van kansen die waarde hebben voor alle partijen. Binnen het project 'Varkansen' worden concrete voorbeeldontwerpen voor de varkenshouderij opgeleverd.

Om tot voorbeeldontwerpen te komen kan een ontwerpmethodiek die ontwerpen toepasbaar kan maken in complexe systemen en die de behoeften van alle betrokken actoren kan verenigen uitkomst bieden. Het vak Methodisch Ontwerpen zoals wordt gegeven aan de Universiteit van Wageningen bij de Leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie biedt een methodiek aan die geschikt wordt geacht voor het ontwerpen van agrarische productiesystemen. Om de bruikbaarheid van Methodisch Ontwerpen voor het ontwerpen van een duurzame varkenshouderij te ondervinden is een interdisciplinair team vooruitgestuurd om het vak te volgen. Vanuit het project 'Varkansen' is een opdracht meegegeven om gedurende het vak tot enkele ontwerpen te komen en een verslag waarin het gevolgde proces wordt beschreven. De opdracht luidt als volgt:

Ontwerp een integraal duurzaam houderijsysteem voor zeugen en biggen, wat uiterlijk in het jaar 2023 geïntroduceerd kan worden (convenant). Dit betekent dat het houderijsysteem niet alleen is geoptimaliseerd op één aspect (economie, maatschappij, milieu, dier), maar zoveel mogelijk ontwerpcontradicties wordt overkomen om een systeem te ontwerpen die op al deze aspecten scoort. Relevante stakeholders moeten in acht worden genomen zoals dier, boer (als ondernemer, manager en dierenhouder), consument, burger, milieu enz. Gebruik methodisch ontwerpen om één of twee voorbeeldontwerpen te genereren welke veelbelovend zijn als toekomstig integraal duurzaam houderijsysteem voor de fokkerij (zeugen en biggen).

Methodisch Ontwerpen

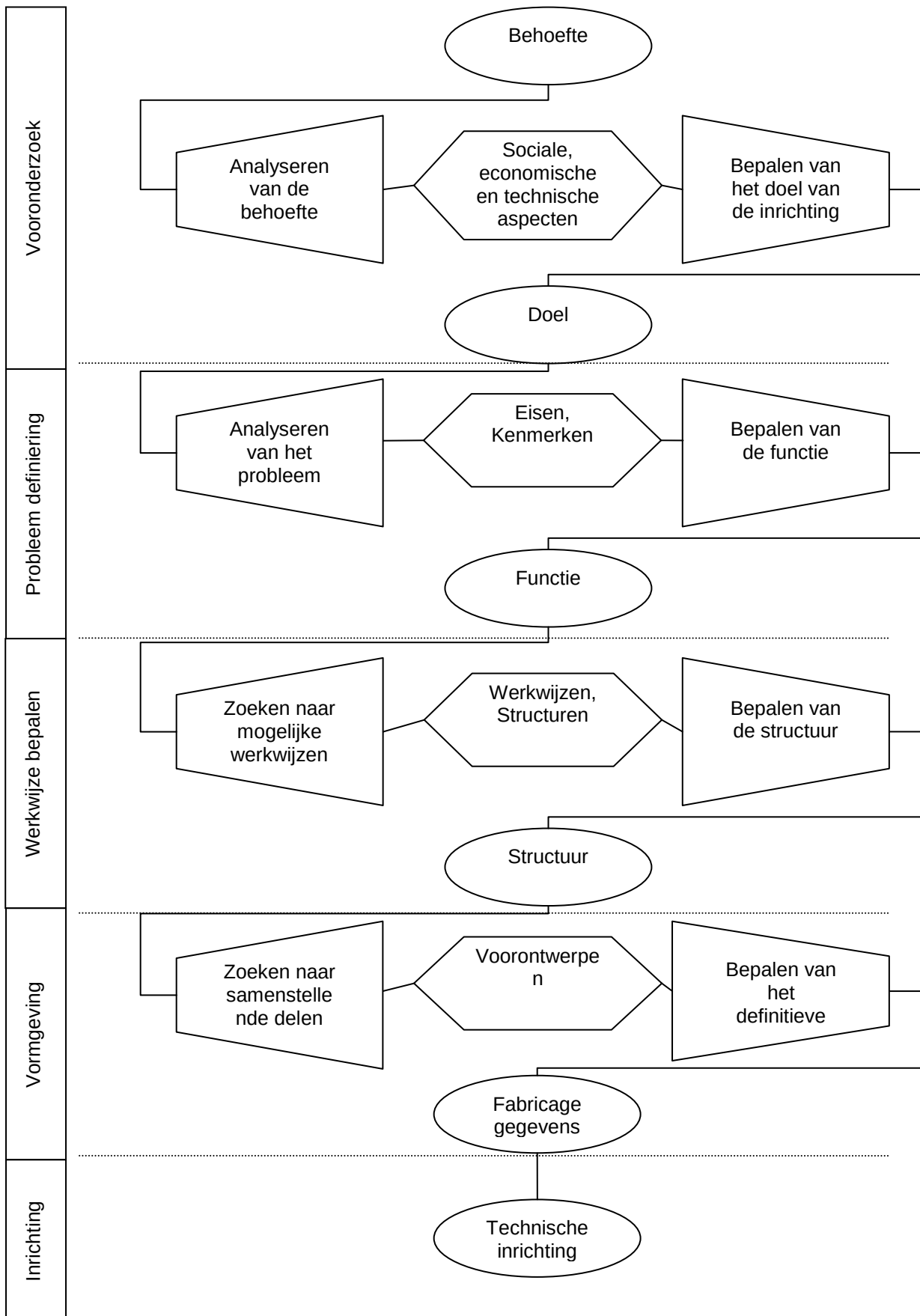
Methodisch Ontwerpen, ontwikkeld door Van den Kroonenberg (een professor werktuigbouwkunde aan de Universiteit Twente) is een methodische aanpak die de ontwerpers stap voor stap begeleidt en structuur geeft bij het maken van keuzes in het ontwerpproces. Hieronder kort een uitleg over de gebruikte methode zoals die wordt gegeven bij de leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie. De volledige methodiek theorie kan men vinden in het boek Van den Kroonenberg (1996) en de latere vertalingen van Siers (2004).

Het doorlopen van de verschillende stadia in het methodische ontwerpproces vermijdt het maken van zomaar een sprong naar een oplossing, creëert meer kansen op effectieve (nieuwe) oplossingen, in retroperspectief makkelijker verantwoording af te leggen voor de keuzes die zijn gemaakt, en het toepasbaar maken van ontwerpen in complexe systemen. Waar we rekening mee moeten houden is dat de methodiek geen doel op zich is, maar een middel om je doel te bereiken. Enkel discursieve methoden zijn dan ook niet bevorderlijk voor de creativiteit; een afwisseling in gebruik van discursieve en intuïtieve methoden kan ervoor zorgen dat de creativiteit terug in het ontwerpproces wordt gebracht.

De verschillende stadia van de methodiek worden afgebeeld in figuur 1. Eerst is er het vooronderzoek (de 'waarom'-fase), vervolgens de fase waarin het probleem wordt gedefinieerd (de 'wat'-fase) en tot slot het bepalen van de mogelijke werkwijzen (de 'hoe'-fase). Volgens Van den Kroonenberg loopt het ontwerpproces nog een stadium door, de vormgevende fase. Het vak wordt tot aan deze vormgevende fase (compositie en realisatie van het ontwerp) gegeven. Elke fase wordt gekenmerkt door een divergerend, synthetiserend en convergerend stadium. Achtereenvolgens stelt men eerst de behoefte vast, waarna het doel van het systeem wordt bepaald, vervolgens worden de functies van het systeem geformuleerd en tot slot de bepaling van de uiteindelijke structuur.

In dit rapport worden de resultaten van het gebruik van Methodisch Ontwerpen op het ontwerpen van een integraal duurzaam zeugenhouderij beschreven aan de hand van de uitgewerkte taken vanuit het vak. De intentie van het rapport is niet een volledig beeld te scheppen van de varkenshouderij, maar des te meer het ervaren van de ontwerpmethodiek toegepast op een actuele opdracht.

Figuur 1 Overzicht van de fasen in het ontwerpproces



2 Ontwerprobleem

Een eerste kennismaking met het probleem zoals deze geformuleerd is door de opdrachtgever en de visie van ons als ontwerpteam op de huidige en de wenselijke situatie.

Door de groeiende onvrede over het houden van onze boerderijdieren op de huidige (intensieve) manier, is in de laatste jaren groeiende druk en aansporing ontstaan vanuit de maatschappij, de milieu- en dierwetenschappen en vanuit de houderijsector zelf, om de systemen en de hierin gelegen processen duurzamer te maken. De overheid heeft deze vraag om verandering in acht genomen en heeft een actieve houding ten opzichte van verduurzaming aangenomen. Hiervoor heeft minister Verburg van LNV het plan opgesteld om een volledig integraal duurzame veehouderij in 2023 te realiseren, waarmee de Tweede Kamer akkoord is gegaan. Dit geldt vanzelfsprekend ook voor de varkenshouderij in Nederland. Vanuit de overheid en de varkenssector is nu de vraag of het haalbaar is om integraal duurzaam varkens te houden volgens vooraf gestelde normen én tegelijkertijd betaalbare en verantwoorde kwaliteitsproducten te leveren.

2.1 Huidige situatie

De focus in de varkenshouderijen was tot de jaren tachtig bovenal gericht op economische aspecten, waarbij lage kosten en hoge opbrengsten (efficiëntie) de boventoon voerden. Sindsdien hebben binnen de conjunctuur van de varkensproductie grote verschuivingen plaatsgevonden, zoals het houden van varkens in groepsverband in plaats van het individueel opsluiten of zelfs aanbinden en de introductie van het “Groen label” waarbij het keurmerk aan stallen met lage ammoniakemissies wordt verleend. Kenmerkend voor deze dynamiek is dat de focus van het ene perspectief wordt verlegd naar een andere. Waar eerst de houderijen vanuit het perspectief van de economie functioneerden, is nu een omslag gemaakt naar de in acht name van het dierenwelzijn of de milieubelasting.

De ondernemer heeft blijvend te maken met een hoge prijsdruk; dit is terug te zien in het feit dat in de huidige varkenshouderij het economische aspect nog steeds het overgrote deel van de aandacht ontvangt. Economie is een geduchte partij waar rekening mee moet worden gehouden, omdat deze weinig vrijheden en ruimte overlaat om te manoeuvreren.

2.2 Ideale situatie

Een ideale situatie zou zijn dat de wensen en gezichtspunten van alle relevante stakeholders in één systeem worden geïntegreerd. Het verenigen van verschillende perspectieven verwijst naar de term ‘integraal’. Integraal duurzaam is een vorm van duurzaamheid waarbij de wensen van alle relevante stakeholders in acht zijn genomen. Duurzaamheid is een veelvuldig gebruikt en misbruikt concept in onder andere de wetenschap. Binnen Wageningen UR wordt duurzaamheid gezien als het werken aan een goed evenwicht tussen sociale, milieu- en economische behoeften, zonder dat toekomstige behoeften in gevaar worden gebracht. Met integraal duurzame productie systemen wordt bedoeld dat men binnen het systeem tegemoet komt aan de eisen en behoeften van alle betrokken partijen zoals het dier, de ondernemer, het milieu en de burger/consument. Belangrijk onderdeel hierin is het voorkomen van ongewenste afwentelingen van de ene behoefte op de andere. Bijvoorbeeld een veel gebruikte en voorkomende tegenstelling is dierenwelzijn versus de economie/efficiëntie. In de ideale situatie zijn de (huidige bestaande) ontwerpcontradicties opgelost en wordt binnen het systeem aan alle eisen van de stakeholders tegelijkertijd voldaan.

Buiten integraal duurzaam wordt het welzijn van varkens nog afzonderlijk genoemd en als een zeer belangrijk onderdeel van het systeem gezien. Dit door het slechte imago van de varkenssector en de daaruit voortvloeiende druk vanuit de maatschappij voor een andere aanpak. Situaties die hiertoe hebben geleid zijn bijvoorbeeld de eerdere uitbraken van diergezondheidsproblemen en het houden van de dieren op een onnatuurlijke (intensieve) manier, zoals individuele opsluiting en het niet voorzien in omgevingsmateriaal of substraat om te kunnen foerageren en te exploreren (zie foto 1).

Verder zijn in de huidige maatschappij de behoeften aanwezig om zuinig om te springen met onze energiebronnen en in hoge mate rekening te houden met het milieu. Hiervoor wordt nog een extra concept geïntroduceerd dat de ideale situatie beschrijft: het Cradle-to-Cradle principe (C2C). Vier kernprincipes van C2C zijn:

- 1 Afval is voedsel. Het benutten van wat tot op heden gezien wordt als restproducten.
- 2 Benut diversiteit. Diversiteit biedt een bron voor vernieuwing, verwondering, inspiratie en genot.
- 3 Benut regionale beschikbaarheid. Optimaal gebruik maken van de lokale omgeving en waarde hieraan toevoegen.
- 4 Van eco-efficiënt naar eco-effectief. Hieronder verstaan we van minder slecht doen (minder vervuilen), naar goed doen, zonder enige vervuiling.

Het streven is de beste oplossing te ontwerpen voor een integraal duurzaam zeugenhouderijsysteem dat voorziet in de behoeften van zeugen en biggen tot 11 weken en de wensen en gezichtspunten van alle relevante stakeholders in acht neemt. Dit ontwerp moet tevens binnen de C2C-principes passen.



Foto 1 Utiopa voor zeugen en biggen volgens de maatschappij?

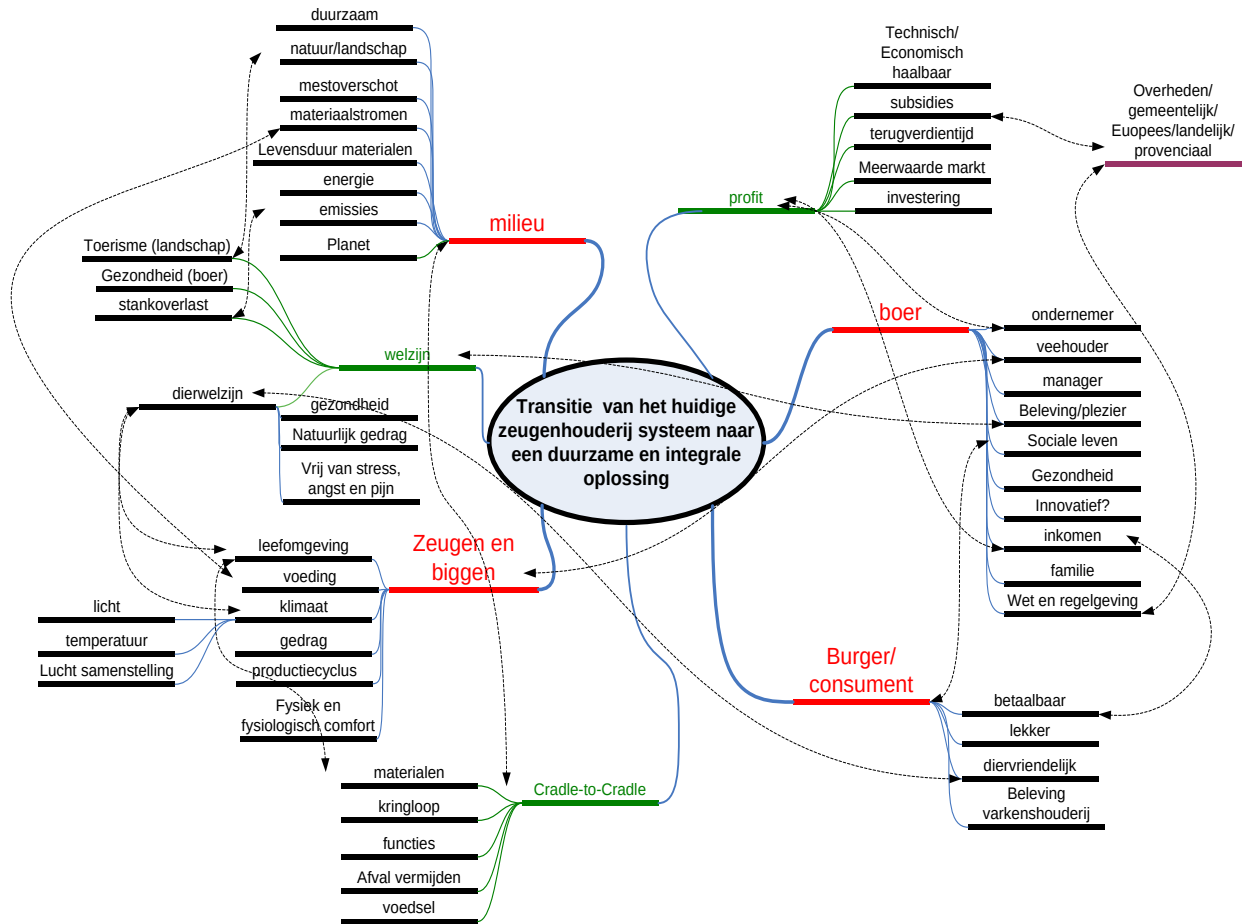
2.3 Probleemdefinitie

Het ontwerpprobleem kan worden samengevat als “de transitie van de huidige (eenzijdige) varkenshouderij naar een integraal duurzame oplossing voor alle betrokken stakeholders”. Zie figuur 2 voor een eerste opzet van een mindmap met het probleem centraal gezet.

Daartoe worden technische faciliteiten ontworpen zodat een integraal duurzaam zeugenhouderijsysteem voor zeugen en biggen tot 11 weken gerealiseerd kan worden, waarbij men de behoeften en eisen van alle relevante stakeholders in acht neemt. De schijnbare ontwerptegenstellingen, de haalbaarheid van het ontwerp en de conceptontwerpen passen binnen het C2C-principe.

Om tot de gewenste technische facilitering te komen wordt het ontwerpprobleem onderworpen aan een systematische ontwerpmethod. Bij het doorlopen van de systematische aanpak worden in het vooronderzoek het probleem geïdentificeerd en een systeemanalyse gemaakt. Daaropvolgend wordt het probleem nader gespecificeerd en een eisenprogramma opgesteld waaraan het gestelde doel moet voldoen met inachtneming van de relevante stakeholders. Vervolgens bepaalt men de werkwijzen waarbij men onder andere gebruik maakt van morfologische overzichten en structuurvariëaties.

Figuur 2 Mindmap van de probleemverkenning



3 Vooronderzoek: kennismaking met het probleem en verkenning van de behoefte

Een vooronderzoek is de eerste fase van ontwerpen. Tijdens dit onderzoek gaat de aandacht vooral uit naar de vraag of het probleem zoals het geformuleerd is door de opdrachtgever, daadwerkelijk een probleem is en of er wellicht andere onderliggende problemen zijn. Hiertoe dienen, na een kennismaking met het probleem in zijn context, de behoeften van stakeholders geïnventariseerd te worden.

De context van het probleem geeft inzicht in de omgeving waarin de oplossing zal gaan functioneren en het veld waarin de oplossingen gevonden kunnen worden. De stakeholderanalyse maakt het mogelijk de behoeften te inventariseren. Samen vormen deze stappen in het ontwerptraject een voorbereiding op de systeemanalyse.

3.1 Geschiedenis van de varkenshouderij

De landbouw in Nederland heeft zich na het einde van de Tweede Wereldoorlog vooral gericht op het zoveel mogelijk produceren van voedsel. De ervaringen van de Hongerwinter waren voor Mansholt de aanleiding voor zijn motto 'nooit meer honger'. Mansholt zette met zijn plannen voor een welvarender platteland en landbouw op nationaal en later Europees niveau een proces van schaalvergroting en technologische ontwikkeling in gang. Nederland bleek succesvol in het produceren van veel voedsel van hoge kwaliteit. Al in de jaren vijftig kende Nederland de hoogste opbrengst per hectare en werd het een belangrijk exportland van agrarische producten. Exporteren van producten betekent concurreren met de wereldmarkt. Toen de kosten van arbeid en de grondprijzen stegen, moest de landbouw nog grootschaliger en nog efficiënter. Voor de varkenshouderij betekende dit een hoogproductieve industrie waarin alles draait om hoge opbrengsten en lage kosten. Varkens werden vastgelegd en opgesloten in hokken en zeugen meer en meer in zeugenkooien om te voorkomen dat ze bovenop hun eigen kroost gingen liggen. Uit verveling gingen vooral vleesvarkens aan elkaar zitten en beten aan oren en staarten. Deze symptomen werden bestreden door het licht uit te doen in de hokken, de staarten van biggen te couperen en hoektanden te knippen. Kleine bedrijven bleken niet rendabel en veel boeren stopten; schaalvergroting is sindsdien de trend. Een (lang gedacht) positief effect van de hoogproductieve industrie was de ontwikkeling van een zeer sterke kennisinfrastructuur, die leidde tot goed opgeleide en onderwezen boeren en adequaat onderzoek vanuit de academische wereld. Tegenwoordig lijken deze effecten een verstarrende normatief gedachtegoed met zich mee te brengen.

3.2 Huidige ontwikkelingen in de varkenshouderij

De afgelopen jaren is echter gebleken dat het concurreren met de wereldmarkt steeds moeilijker is in een klein land met veel varkens; dit blijkt ook uit de berichtgeving in de landelijke dagbladen. "De vrije markt, schaalvergroting en overheidsregels eisen hun tol bij de individuele boer" (Trouw, 19 april 2008)

Toch is schaalvergroting nog steeds de trend in de varkenshouderij:

"Het is de enige manier waarop de varkensboer de wereldwijde concurrentie het hoofd kan bieden, zeggen alle betrokkenen. Zolang consumenten niet meer willen betalen voor een kilo varkensvlees, zijn varkenshouders gedwongen varkens op grotere schaal te huisvesten. Boeren kunnen met de bouw van nieuwe stallen bovendien veel beter voldoen aan de strenge Nederlandse milieueisen. Het bewijs dat de consument niet wil betalen is geleverd: ondanks alle inspanningen verkocht het biologische varkensvlees niet. De biologische sector is onlangs voor de helft gesaneerd. Het maakt voor het varken niet uit of het in een stal met duizend of tienduizend zit, beweren onderzoekers van Wageningen Universiteit. Wel signaleren zij dat het varken nu vooral levensruimte en afleiding ontbeert. Zijn welzijn is dus in het geding." (de Volkskrant, 21 augustus 2007)

Ondanks de voortschrijdende schaalvergroting blijft de varkenssector noodlijdend:

"Het Landbouw Economische Instituut maakte in 2004 met 'een varkenskolom' duidelijk wat alle schakels aan het varken verdienen. In 2004 verdiende de varkensboer nog 40 cent (6 procent) op een kilo varkensvlees waarvoor de consument 6,16 euro neertelde. Hij kreeg 2,16 euro voor een kilo geslacht vlees, en moest daarvan 1,76 euro afstaan aan zijn toeleveranciers. (...) [Medio 2007] krijgt hij 1,32 per kilo. Dat is ver onder zijn kostprijs van 1,56. Volgens het Agrarisch Dagblad komen steeds meer varkenshouders in

betalingsproblemen. Door de hoge voerkosten en de kosten voor mestafzet is hun productie niet meer kostendekkend.” (de Volkskrant, 21 augustus 2007)

3.3 Behoeft van de opdrachtgever

De economie is de maatgevende factor en hoge en efficiënte productie (rationalisering) zijn van groot belang. Naarmate de welvaart groeide en mensen beter opgeleid, geïnformeerd en mondiger werden, is men het belang van het milieu en dierwelzijn gaan inzien. De vraag van de opdrachtgever naar een haalbare integraal duurzame varkenshouderij voor zeugen en biggen, passend binnen het Cradle-to-Cradle-principe (C2C) komt dan ook niet onverwacht. De ontwerpopdracht van de opdrachtgever is omgezet in de formulering van de behoefte vanuit het perspectief van ons als ontwerpteam. Dit om te voorkomen dat er voor de verkeerde behoefte een oplossing wordt gezocht of zelfs een niet bestaande behoefte wordt nagestreefd.

Om duidelijkheid over de behoefte van de opdrachtgever te krijgen, is gebruik gemaakt van een brainstormtechniek. Het voordeel van deze techniek is dat in korte tijd op een aanstekende manier de ontwerpers veel begrippen en steekwoorden kunnen verzamelen. Als startpunt hebben we het begrip duurzaamheid genomen met het achterliggende idee “people, planet, profit”. Deze steekwoorden zijn in de brainstorm verder aangevuld met begrippen die onder deze steekwoorden vallen. Hierbij is sterk gebruik gemaakt van de verschillende disciplines en achtergronden van de drie ontwerpers. Het resultaat daarvan is een lijst met relevante steekwoorden die zich rond het probleem bevinden in tabel 1. Deze lijst is vervolgens gebruikt om de behoeften van de stakeholders in kaart te brengen aan de hand van een stakeholder analyse.

Tabel 1 Lijst met keywords gebruikt tijdens literatuuronderzoek (internet en databases)

Key words	
Zeug	Wensen /
	behoeften / eisen
Milieu	Cradle-to-
	Cradle
Wetten /	Duurzaam
protocollen	
Boer	Ziekte
varken	Vlees
Consument /	Welzijn
burger	
Transport /	Efficiëntie
vervoer	
Kwaliteit	Natuurlijk /
waarborging	normaal gedrag
Economisch	Big
haalbaar	

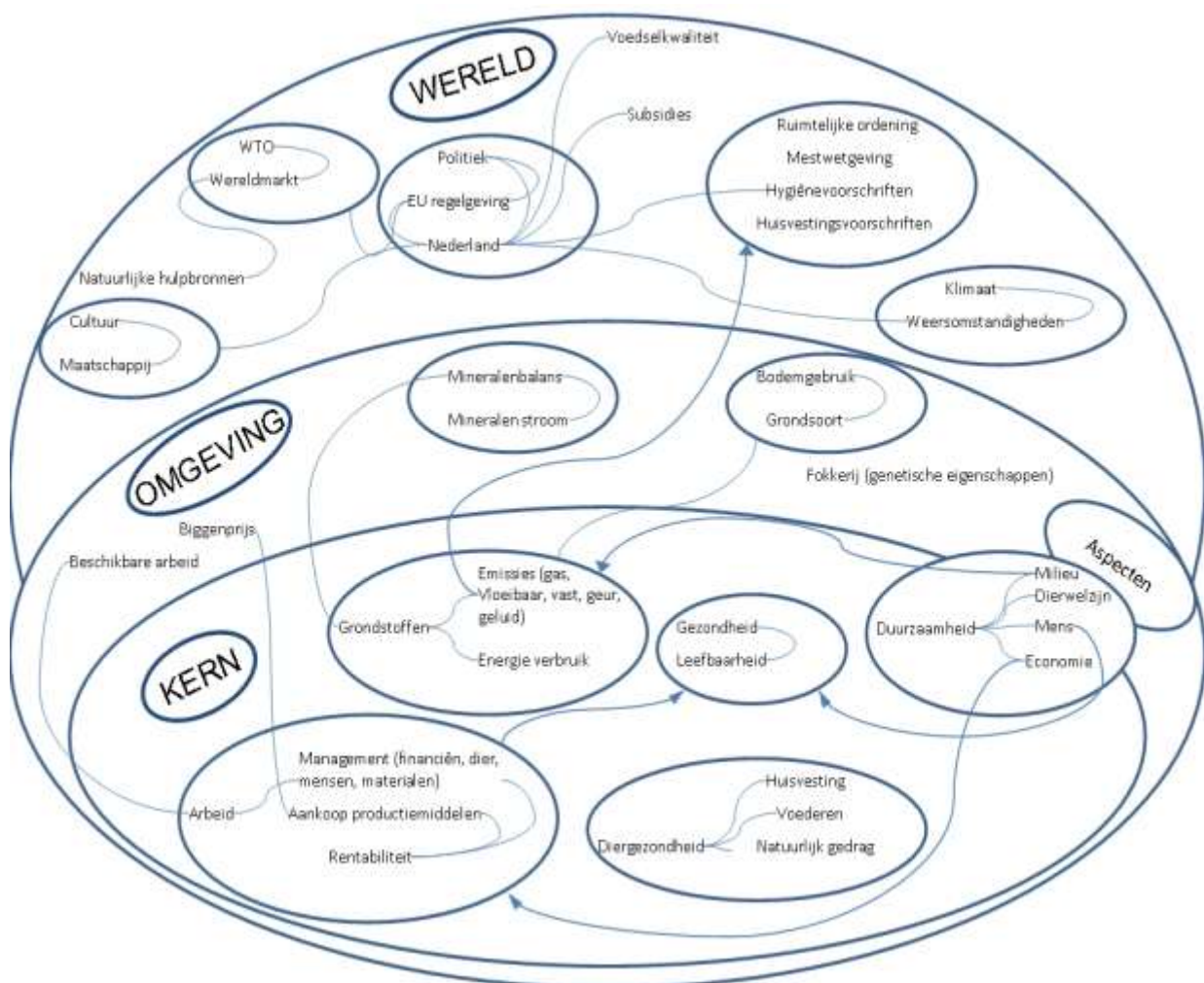
3.4 Stakeholderanalyse

Om beter zicht te krijgen in de verbanden tussen stakeholders, zijn de stakeholders en bijbehorende concepten samengebracht in een mindmap (figuur 3). De mindmap resulteerde in een beter inzicht in wat de kern van het ontwerpprobleem is en wat daarbuiten valt. Aan de hand van deze mindmap is een literatuuronderzoek gestart. Voor dit onderzoek is ook gebruik gemaakt van de lijst met 'keywords' (tabel 1). Het literatuur onderzoek heeft plaatsgevonden in de volgende bronnen:

- Het internet
- In de huidige in bezit zijnde informatie van de ontwerpers
- Scopus
- De krantendatabase van de Nederlandse landelijke dagbladen Lexisnexis
- Het archief van de vakbladen de boerderij en varkens
- De database van ASG

Aansluitend op het literatuuronderzoek zijn gesprekken gevoerd met experts binnen het veld, zoals Ir. Bert van 't Ooster, docent en onderzoeker aan de leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie in Wageningen en Ir. Onno van Eijk, senior onderzoeker systeeminnovaties Veehouderij bij ASG. Uit de stakeholderanalyse is duidelijk naar voren gekomen (zoals gesteld door de opdrachtgever) dat er meerdere belangrijke partijen betrokken zijn bij de behoefte. De behoeften van de boer, het dier, de burger/consument en de overheid worden hieronder nader toegelicht.

Figuur 3 Cirkeldiagram van het houden van varkens met aspecten, stakeholders en elementen in de kern, omgeving en wereld



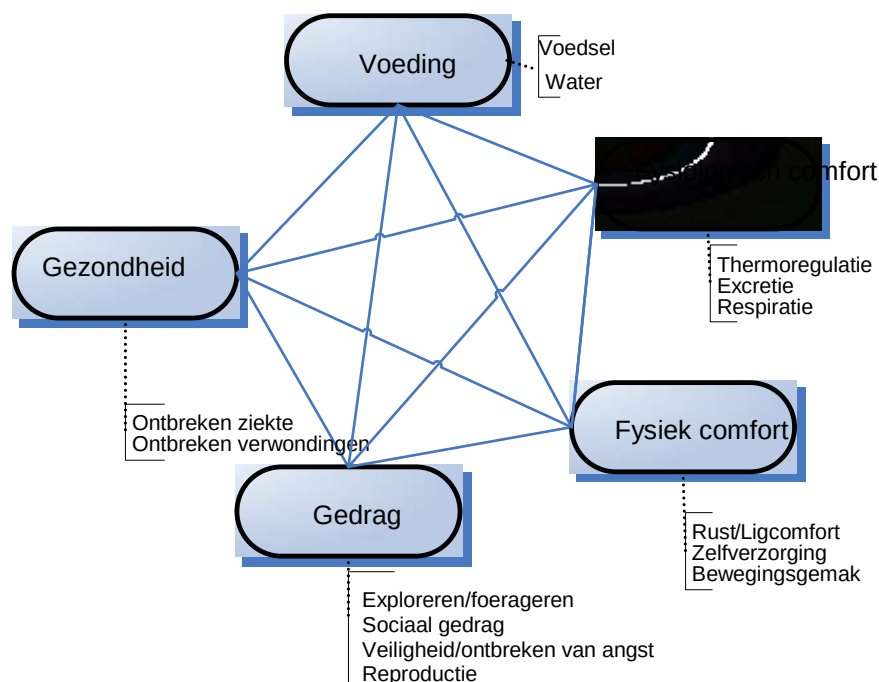
De boer

De boer heeft de behoefte om zeugen te kunnen blijven houden in Nederland op een economisch, duurzame manier om zichzelf (en eventueel zijn gezin) te kunnen voorzien van een goed inkomen en met plezier met zijn vak te kunnen uitoefenen. Behoeften van de varkenshouder spelen tenminste op drie vlakken: ondernemerschap, oriëntatie op en verbinding met de samenleving en sociaal welbevinden.

Het dier

Hoewel het dier moeilijk te benoemen is als stakeholder, hebben wij er toch voor gekozen deze op te nemen in de lijst met stakeholders. In de praktijk wordt het dier vaak vertegenwoordigd door burgers die de dieren willen beschermen, maar binnen dit ontwerptraject wordt direct rekening gehouden met de behoeften van het dier. Varkens vertonen een eigen (geëvolueerd) gedragspatroon dat belangrijk is om om te kunnen gaan met hun omgeving. Het huidige houderijsysteem geeft weinig ruimte en vrijheid aan de dieren om hun natuurlijk gedrag te kunnen uiten, wat leidt tot een verminderd dierenwelzijn. Staartbijten bijvoorbeeld is vooral een gevolg van verveling, en niet een gevolg van het hebben van een staart. Het huidige systeem is verouderd en vooral geoptimaliseerd op output met een efficiënte input. Het maakt bovendien het dier letterlijk ziek. De zogenaamde wegwijnziekte is een voorbeeld hiervan. De beperkte ruimte per big, stress en een slecht stalklimaat zouden invloed hebben op de ziekte (GD Deventer, 2008). Maar ook de uitbraken van epidemieën als varkenspest laten zien dat het varken in het hedendaagse houderijsysteem niet goed bestand is tegen ziekten. Een nieuw te ontwerpen systeem moet meer rekening houden met de behoeften van het varken. Zie figuur 4 voor de behoeften van het varken zoals ze in kaart zijn gebracht door ASG (afgeleide van de Welfare Quality opdeling).

Figuur 4 Alle behoeften staan in verband met elkaar en daarnaast is er ook interactie of compensatie tussen de verschillende behoeften (figuur van Johan Zonderland, 2008)



De burger/consument

De burger/consument wil dat varkensvlees betaalbaar, en van goede kwaliteit blijft. Ook wil de burger dat het op een diervriendelijke manier geproduceerd wordt, vrij van hormonen en andere onnatuurlijke hulpbronnen. Daarbij dient het vlees geproduceerd te zijn op een manier die aansluit bij een positieve beleving van de dierenhouderij. De burger is ook vaak de belangenbehartiger van het milieu en heeft behoefte aan een milieuvriendelijke varkenshouderij die veilig is voor de omgeving, maar ook voor de gezondheid van mens en dier.

De overheid

De overheid heeft baat bij het in stand houden van een financieel gezonde sector die in Europees verband zijn bestaansrecht blijft houden. De Nederlandse varkenssector heeft een hoog kennisniveau en is vooruitstrevend. De sector voorziet veel mensen van een baan en heeft een goede afzetmarkt binnen en buiten Nederland. Het gegarandeerd kunnen aanleveren van duurzaam geproduceerd vlees aan afnemers is daarom van belang voor de overheid, evenals het dier- en mensvriendelijk kunnen vrijwaren van ziekten en virussen.

3.5 Betrekken van stakeholders

Wat de geschiedenis ons leert, is dat deze betrokken partijen een geïntegreerde positie bekleden binnen het probleem en dat deze stakeholders in alle fasen van het traject betrokken zijn en betrokken moeten worden. Elke stakeholder heeft behoefte aan verandering van de huidige situatie naar de ideale situatie, ieder met zijn eigen eisen en andere inzichtpunten. Deze 'individuele' behoeften moeten integraal tegemoet worden gekomen en gesynthetiseerd worden om in de uiteindelijke behoefte (nieuw opfok houderij systeem) te kunnen voorzien.

3.6 De behoefte aan een integraal duurzame zeugenhouderijsysteem

De behoefte is ontstaan in een westerse maatschappij gedreven door economische motieven waarin de vraag is ontstaan naar meer dierenwelzijn en betere zorg voor het milieu, maar waar de meerkosten die dierenwelzijn en zorg voor het milieu met zich meebrengen, niet betaald worden. Verschillende stakeholders functioneren binnen deze westerse maatschappij in een verschillende omgeving. Voor de consument bijvoorbeeld is de omgeving de berichtgeving in de media die heel kritisch is en de dagelijkse boodschappen en maaltijden. Voor de boer is het de directe werkomgeving: bijvoorbeeld het erf, de stallen, maar ook zijn leefomgeving. Voor het varken is het de omgeving waarin deze leeft, de stal en de eventuele uitloop, de transporten die plaatsvinden en de houding van de boer. Voor milieuactivisten is het een bedreigde planeet, waarop bodem, atmosfeer en wateroppervlak vervuild worden en waar aan de ene kant van de wereld tekorten ontstaan in mineralen en aan de andere kant grote overschotten. Voor de burger is het de landschappelijke beleving, alsook de berichtgeving in de media en de zorgen om het welzijn van het varken. De politieke besluitvorming speelt voor meerdere stakeholders een rol. Hieronder een voorbeeld hoe de besluitvorming de omgeving van een boer bepaalt:

"het is toch te zot voor woorden dat we in de Tweede Kamer spreken over de spleetbreedtes van de roosters in de stal? Toen ik in de Tweede Kamer kwam, hadden we een stal net aangepast en voor een miljoen euro geïnvesteerd. Ineens werd in de Kamer besloten dat de spleetbreedtes van de roosters van 22 millimeter naar 20 millimeter moesten. Vijf kilometer verderop in Duitsland hoeft niemand iets te veranderen. Maar als ik het hier niet doe, sta ik in de Kamer als een crimineel." Boerier en Kamerlid Annie Schreijer in het NRC Handelsblad (5 april 2008)

De hoge energieprijzen van tegenwoordig vragen om efficiënter gebruik van energie. Dit leidt tot nieuwe ontwikkelingen om energie uit andere (duurzamere) bronnen te betrekken of op een slimmere manier van het net te betrekken (zich begeven op een energiemarkt). Het besef dat de gebruikte grondstoffen eindig zijn, vraagt om het terugdringen van de materiaalbehoefte, het gebruik van hernieuwbare grondstoffen, het sluiten van materiaalkringlopen en het aansluiten van andere ketens die afvalstoffen kunnen omzetten naar grondstoffen voor andere processen. Het houden van varkens sluit heel mooi aan bij deze gedachte. Varkens werden van oudsher gehouden om de afvalproducten uit de voedselindustrie om te zetten in vlees. Tegenwoordig wordt ook nog veel afval hergebruikt in de diervoeding keten, maar het kan beter.

In meer of mindere mate is in afzonderlijke onderzoeken al gekeken hoe bovenstaande ontwikkelingen kunnen worden ingepast in de varkenshouderij en hebben individuele bedrijven nieuwe initiatieven genomen. Daar werd vaak geconstateerd dat het inbrengen van een verbetering op één punt tot verslechtering van andere aspecten leidde. Het verbeteren van dierenwelzijn heeft bijvoorbeeld zijn weerslag op het inkomen van de boer doordat het varken meer ruimte nodig heeft (De Lauwere en Luttik, 2006). En het houden van biologische of scharrelvarkens verhoogt de kans op besmetting met schadelijke micro-organismen (Kijlstra et al. 2004). Ook het meer vrijheid bieden aan de zeug, zoals gebeurd in de biologische houderij, leidt tot een hogere sterfte onder biggen door doodliggen (Eijck et al., 2003). In eerdere projecten en onderzoeken werd vaak maar één stakeholder

tegelijkertijd bediend en/of probeerde men een balans te vinden tussen twee uitersten zoals tussen dierenwelzijn en inkomen. Een voorbeeld hiervan is het ComfortClass project dat vooral streefde naar verbetering van het dierenwelzijn van vleesvarkens zonder hoge kosten. Het milieuaspect speelde een ondergeschikt belang in dit project.

3.7 Omgeving waarin het ontwerp gaat functioneren

Afhankelijk van welke oplossing men kiest, zal de omgeving waarin de oplossing gaat functioneren ook anders kunnen zijn. In ieder geval hoeven de projecten pas in het jaar 2023 realiseerbaar te zijn. De omgeving waarin de oplossing gaat functioneren is dus een toekomstige omgeving. In een convenant heeft minister Verburg gesteld dat in 2011 5% van de totale sector over moet zijn gegaan naar integraal duurzame houderijsystemen en in het jaar 2023 de agrarische sector volledig integraal duurzaam moet zijn. Integraal duurzaam wil zeggen dat aan de behoeften van alle stakeholders tegemoet wordt gekomen. Het toekomstbeeld dat wij voor ogen hebben en waarin de oplossing gaat functioneren is er één waarin het varken zijn natuurlijk gedrag kan vertonen in een milieuvriendelijk houderijsysteem. Dit systeem is op een zodanige manier ingericht dat het voor de boer een prettige en economisch haalbare werkomgeving is en voor de consument en burger verantwoord en lekker vlees oplevert, betaalbaar en van goede kwaliteit. Bovendien zijn materiaalkringlopen zoveel mogelijk gesloten en worden afvalproducten uit processen gebruikt als voedsel voor andere processen. De industrie heeft een bepaalde tijd nodig om de geleverde oplossing te materialiseren waardoor de op te leveren oplossing zo snel mogelijk opgeleverd dient te worden, medio eind 2008.

De oplossing kan men dan vanaf begin 2009 gebruiken en iteratief verbeteren tot aan de algehele implementatie in 2023. Verwacht wordt dat na deze revolutie het systeem verder evolueert en zich aanpast aan nieuwe inzichten en ontwikkelingen binnen de stakeholders. En net zolang gebruikt gaat worden totdat een synthetische variant op vlees gevonden is of niemand meer varkensvlees eet. De manier en methoden waarop producten worden geproduceerd is onderhevig aan verandering en de toekomst is daar geen uitzondering op. De oplossing wordt gebruikt binnen de Nederlandse zeugenhouderij. Het is te verwachten dat niet alleen Nederland op zoek gaat naar oplossingen voor een integraal duurzame veehouderij, maar ook andere Europese landen. Wij verwachten zelfs dat de EU zal volgen met dier- en milieuvriendelijke wet- en regelgeving voor de zeugenhouderij. Buiten de EU worden waarschijnlijk nog lange tijd zeugen en biggen gehouden op een onverantwoorde manier. Dit kan problemen opleveren voor de Nederlandse concurrentiepositie op de wereldmarkt. Echter, de Nederlandse zeugenhouderij zal in de nabije toekomst vooral produceren voor de Europese markt, wat om verantwoord vlees vraagt.

3.8 Problemen bij het vervullen van de behoefte

Er is tot op heden nog geen oplossingsstrategie gevonden om de sector qua bedrijfsvoering op een beter niveau te brengen. De sector moet loskomen van de geëvolueerde manier van varkens houden en een echt vernieuwend systeem ontwikkelen waarbij alle tegenstellingen worden samengevat in een gebalanceerd houderijsysteem en de belangen van alle relevante stakeholders worden bediend. De initiële vraag vanuit de opdrachtgever is zeer breed en bevindt zich in een zeer complex gebied met veel verweven relaties en terugkoppelingen. Er komen veel perverse koppelingen in voor en niet alleen op technisch vlak. Met perverse koppelingen wordt geduid op structurele kenmerken van het huidige sociotechnische systeem, waar een gewenst resultaat systematisch verbonden is met een negatief neveneffect (of zij-effect). De oplossing voor het probleem is niet eenvoudig. Het voldoen aan de behoeften van stakeholders brengt problemen met zich mee. Na een brainstormsessie waarin is geprobeerd om algemene problemen te vinden die niet bij de individuele stakeholders leven, maar meer algemeen gesteld kunnen worden, ontstond een opsomming van geconstateerde problemen wanneer geprobeerd wordt de problemen in de varkenssector op te lossen:

- Schijnbare tegenstellingen
- Complexiteit
- Grootschaligheid
- Veel belangen
- Geld (tekort, aanwezig op de verkeerde plek)
- Bewustwording
- Gebrek aan informatie
- Aannames in bestaansrecht boer
- Versnipperde organisatie van boeren
- Ruime probleemstelling

- Ruime interpreteerbaarheid
- Geen vastomlijnde definities (C2C, haalbaarheid, duurzaamheid, dierenwelzijn)
- Beperkte middelen
- Abstract probleem
- Geen doel/beeld voor het ogen
- Lange ontstaansgeschiedenis
- Sterke verwevenheid met de omgeving/politiek/samenleving
- De oplossing zit in een sterk multidisciplinair veld
- Onbalans mineralen

Uit deze brainstorm kwam naar voren dat het probleem nog erg abstract is en het zoeken naar oplossingen daarom op een hoog systeemniveau plaatsvindt. Daarnaast zijn veel verschillende stakeholders betrokken bij het aandragen van een oplossing met verschillende en soms tegenstrijdige belangen; de verwevenheid van het probleem met de samenleving en politiek is groot. Ontwerpcontradicties (tegenstelling zoals die in het ontwerpproces worden ervaren) steken snel de kop op bij het ontwerpen. Bijvoorbeeld: het dier vrijheid geven om naar buiten te kunnen is een (aangenomen) afwenteling op het milieu door ammoniakemissies en een afwenteling op de controleerbaarheid en dus op de wensen van de boer. Bovendien een (aangenomen) afwenteling op de voedselveiligheid wegens de mogelijkheid op besmetting met schadelijke micro-organismen. Het zodanig ontwerpen dat tegenstrijdigheden opgeheven worden, vergt veel creativiteit en vraagt om het structureren en overzichtelijk maken van de complexiteit. Het zeer multidisciplinaire veld waarin de oplossing zit, maakt dit niet makkelijk. Grote problemen moeten daarom teruggebracht worden naar kleine werkbare problemen. En oplossingen moeten gezocht worden buiten de bestaande structuren. Een verdere evolutie of ontwikkeling van het systeem is niet voldoende gebleken om de behoeftes van alle stakeholders te bevredigen. Daarom moet een grote duurzaamheidsprong gemaakt worden waarbij het huidige systeem niet het uitgangspunt is, maar het afzetpunt. Een duurzaamheidsprong kan alleen gemaakt worden wanneer men bedreigingen kan omzetten in kansen en zwakke punten kan ombuigen tot sterke punten, of op zijn minst kansen. Voor een overzicht van de sterke en zwakke punten, kansen en bedreigingen van de huidige sector is hieronder een SWOT-analyse weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 SWOT-analyse van het huidige varkenshouderij systeem

Sterkte	Zwakte
Groot en internationaal concurrerend netwerk	Mineralen onbalans
Kostprijs die kan concurreren met andere Europese landen.	Slecht imago
Ondernemende en innoverende varkenshouders	Ziektegevoeligheid
Hoge productie	Preventief antibioticagebruik
Goede kennisinfrastructuur	Complexiteit van de regelgeving
Goed fokmateriaal	Geen gesloten kringlopen
Voorloper	Hoge kosten
	Lage opbrengst
	Laag dierwelzijn
	Milieuvervuiling
Kansen	Bedreigingen
Opwaarderen van mest	Wereldmarkt
Produceren energie	Mestoverschotten
Varken C2C inzetten als 'opruimer'	Stijgende energieprijzen
Voortrekkersrol	Stijgende grondstofprijzen

Om tot de beste oplossing van het probleem te komen is niet alleen een veelbelovend technisch ontwerp nodig, maar moet ook de maatschappij (supersysteem) met zijn eigen cultuur van vlees eten veranderen. Deze maatschappelijke contradicties vallen buiten het bereik van de technische opdracht van ons als ontwerpteam. Wel beschrijven we binnen alle fasen van het proces waar deze problemen liggen (om zo het complexe geheel discursief te begeleiden naar het ultieme doel). Nu er kennis is genomen van het probleem wordt met deze verworven kennis het ontwerpprobleem opnieuw geformuleerd in hoofdstuk 4.

4 Vooronderzoek: herformulering van de ontwerpopdracht en systeemanalyse

4.1 Inleiding

Ook in deze fase van het ontwerpen zijn we nog steeds gericht op een goede definiëring van het probleem. De opdracht wordt keer op keer geherdefinieerd om zo tot de technische kern van het probleem te komen. Een systeemanalyse is de volgende stap om een beter beeld te krijgen van het probleem. Een dergelijke analyse brengt het grotere systeem voor het voetlicht waardoor de omgeving van het probleem en de interacties tussen het probleem en zijn omgeving zichtbaar worden. Een goede systeemanalyse maakt het mogelijk om systeemgrenzen te trekken en zo de schaal en omvang van het probleem vast te stellen.

Om tot een meer technische kern van het probleem te komen is de ontwerpopdracht opnieuw geformuleerd met als uitgangspunt de behoeften van de verschillende stakeholders. Vanuit de sector zelf en de maatschappij is de vraag ontstaan naar veranderingen in het varkenshouderijsysteem. Mensen eten varkensvlees wat op dit moment in een systeem wordt geproduceerd dat economisch niet duurzaam is. De gebruikte grondstoffen die het systeem ingaan worden op een niet-duurzame manier verkregen. De output van afvalstromen wordt niet omgezet in bruikbare grondstoffen voor andere processen binnen of buiten het systeem en dierenwelzijn staat in contradictie met economische belangen of milieubelangen. Dit wordt mede veroorzaakt door de geringe economische ruimte in het productieproces. Een verdere ontwikkeling van het huidige systeem is niet voldoende. Er is een noodzaak aan een geheel nieuw varkenshouderijsysteem dat niet langer gebaseerd is op efficiëntie. Het systeem moet zodanig ontworpen worden dat de ingebruikname ervan leidt tot meer dierenwelzijn, milieuvriendelijke en C2C- stromen van energie, materialen en grondstoffen en meer tevredenheid van boer, burger en consument. Het houden van zeugen betekent niet langer het houden van zoveel mogelijk dieren in een zo goedkoop mogelijke omgeving waar een zo groot mogelijke opbrengst uit voortkomt. Een zeugenhouderij is eerder een facilitering van de behoeften van zeugen op een zodanige manier dat mens, dier en milieu geen schade worden berokkend.

Herformulering ontwerpopdracht volgens het ontwerpteam

De doelstelling is om een concept aan te leveren van een duurzaam zeugenhouderijsysteem in Nederland voor biggen tot 11 weken. Het concept vervangt het huidige zeugenhouderijsysteem en moet voor het jaar 2023 een gangbare methode zijn. De ingaande materialen en grondstoffen van het systeem zijn voor minder dan 5% betrokken uit een eindige voorraad. Waarmee na de omzetting van de materialen deze zo worden vrijgegeven dat ze in andere processen, eventueel buiten het bedrijf, kunnen worden ingepast, mits buiten het bedrijf de kringlopen gesloten kunnen worden. Het bedrijf kent geen afvalstromen, alleen nuttige recyclebare producten. Om dit doel te bereiken wordt onder andere mest en urine op het bedrijf van elkaar gescheiden gehouden. Zo wordt grijswater uit de omgeving onttrokken en direct ingezet voor schoonmaakwerkzaamheden en via filtratie ingezet voor drinkwater. Zover mogelijk wordt primaire energie gewonnen op het bedrijf of anders via een groene energieleverancier betrokken. Het schaalbare systeem is in de kleinste omvang te managen door één gezin en genereert voldoende inkomen, 10% boven modaal. Het systeem is toegankelijk voor de boer en de werktuigen.

Het past in het landschap en voldoet aan de (naar de toekomst) geëxtrapoleerde gestelde wettelijke eisen qua fijnstof, geluid, geur en ammoniakemissie.

De zeugen, gelten en biggen verblijven in groepen van X-grootte waarbinnen aparte locaties zijn voor ontlasten, rusten en beloond foerageren. Daarnaast wordt een apart gedeelte ingericht als kraamkamer voor zeugen en biggen. Het systeem vormt een minimale belemmering voor het natuurlijk gedrag van de zeugen en haar biggen. Het klimaat rond de zeug is afgestemd op de lokale behoeften van de zeug. Het dier zelf levert een maximale bijdrage aan de realisatie van het klimaat. Het systeem levert gezonde zeugen en robuuste biggen en daarnaast mineralen en energie naar andere processen en of systemen binnen en buiten het bedrijf.

Bij de ontwikkeling van het totale systeem wordt draagkracht gevraagd van de belangrijkste stakeholders binnen en buiten de sector. Door actief de stakeholders te betrekken in het ontwerpproces en daarmee de benodigde interactie te ontlokken, kunnen deze mensen waardevolle informatie aanleveren en ontstaat er mede-eigenaarschap. Het ontwerp wordt virtueel eigendom van

deze stakeholders. Deze hebben daardoor een belang bij het slagen van het nieuwe systeem. Door transparantie, betere en frequentere informatievoorziening vanuit de sector naar de consument kan dit leiden tot een vergrote bewustwording waar ons vlees vandaan komt en hoe het tot stand komt. Het totale systeem draagt bij aan de ontwikkeling naar een positiever imago van de sector. Hopelijk leidt dit tot bereidheid bij de consument om meer te betalen voor een stukje vlees wat tot een vergroting van de financiële marges leidt. Hierdoor kan de tegenstelling tussen economie enerzijds en dierenwelzijn en milieu anderzijds deels opgelost worden.

Mogelijke problemen

- De perceptie van de burger of consument is een niet te sturen grootheid (varieert met de tijd en tussen culturen) en de gewenste verhoogde financiële waardering voor varkensvlees moet nog maar blijken (en kan dit in de meerwaarde gevonden worden?).
- De vleesmarkt speelt in op een internationale markt. De vraag is of het nieuwe systeem kan concurreren met landen waar op niet-dierriendelijke manier geproduceerd wordt met op output ontworpen systemen. Kostprijsgedreven productiesystemen zullen ten allen tijde onder lagere kosten weten te produceren, de financiële verhoging moet dan ook zeker in een meerwaarde en wellicht in meer dan alleen de functie varkensvlees produceren.
- Het opwekken van duurzame energie op het bedrijf kan op vele manieren, een populaire op dit moment is het omzetten van zonlicht naar elektriciteit door zonnepanelen. Door de grote vraag neemt de kostprijs van de grondstof silicium alsmaar toe. We verwachten dat de vraag toeneemt terwijl silicium wat bruikbaar is voor zonnepanelen een schaarse grondstof begint te worden; dit zal de prijs nog verder opdrijven. Tegenwoordig is duurzame energie op de schaal zoals benodigd voor een veehouderijproductiesysteem een kennisprobleem en moet er gewerkt worden met mogelijkheden die men in de toekomst verwacht.

Samenvatting

De reden waarom de opdracht zo is geformuleerd is omdat er nu tegenstellingen bestaan die de transitie naar **Summary** een duurzame zeugenhouderijsysteem in de weg staan. Door het expliciet betrekken van dierenwelzijn, de duurzaamheid van de economie, mens en milieu, wordt naar een integrale oplossing gewerkt waarmee men probeert de tegenstellingen op te lossen. Het nu op economie gestoelde of eenzijdig geoptimaliseerd systeem wordt omgezet tot een integraal houderijsysteem waarbij het verbeterd imago van de sector bijdraagt aan een positievere houding van de consument en hopelijk, door een hogere financiële waardering voor varkensvlees, leidt tot meer financiële ruimte voor de boer.

4.2 Systeemanalyse

Om een beter inzicht te krijgen in de omgeving waarin het systeem bestaat, is een systeemanalyse gedaan. Aan de hand van een opgesteld cirkeldiagram (figuur 4) en met behulp van twee IDEF0-schema's zijn de grenzen van het te ontwerpen systeem vastgesteld en het supersysteem benoemd waarbinnen het zal functioneren. (De complete IDEF0-schema's worden als externe bijlage aangeleverd, in bijlage 1 is het A0-diagram weergegeven.)

Door een eerste IDEF0-schema te maken en de terugkoppeling vanuit het schema naar de ontwerpvisie, konden we vaststellen dat het supersysteem vrijwel alomvattend is, beginnend bij de input van grondstoffen en hulpstoffen en eindigend bij de output verantwoord vlees, afval en bijproducten.

De C2C-ontwerpeis vraagt om een omvangrijk supersysteem omdat materiaalkringlopen in de vorm van input en output van het te ontwerpen systeem gesloten moeten worden op supersysteemniveau. Het sluiten van kringlopen op systeemniveau is niet haalbaar. Het integraal duurzaam houderijsysteem, zoals het ontwerpteam dat ontwerpt, is niet in staat om zelf C2C-voer te produceren en tevens verantwoord vlees te leveren. Wel worden eisen aan het supersysteem gesteld.

Supersysteem

Het supersysteem, ofwel de omgeving waarin de oplossing van het probleem gaat functioneren, kunnen we omschrijven als de wereld waarin grondstoffen worden geproduceerd voor bijvoorbeeld het voer, maar ook natuurlijke hulpbronnen waaruit energie wordt gewonnen. Ook de regel- en wetgeving op de verschillende niveaus (wereld, EU Nederland, gemeenten) maakt deel uit van het supersysteem. Hoewel we nog weinig kunnen zeggen over de wetgeving anno 2023, zijn de huidige richtlijnen voor de biologische varkenshouderij een richtlijn tijdens het ontwerpproces. Er is gekozen

voor de biologische houderij als richtlijn vanwege de veronderstelling dat deze (niche) sector al enige ervaring heeft met het ontwerpen van een houderijsysteem waarbij men rekening houdt met het dier. De wereldmarkt als onderdeel van het supersysteem is onvoorspelbaar, maar er is wel te verwachten dat in 2023 Nederland een van de weinige landen is waar sprake is van een volledig integraal duurzame zeugenhouderij. Dit kan gevolgen hebben voor de positie op de wereldmarkt. Het ontwerpteam gaat er echter vanuit dat in 2023 alternatieve eiwitbronnen een groter aandeel hebben in de menselijke consumptie. Vlees, en dan vooral het verantwoord geproduceerde vlees, is dan meer een luxe product waarvoor mensen in grote delen van Europa bereid zijn meer te betalen. Omdat wij als ontwerpteam niet in staat zijn om het supersysteem mee te ontwerpen, stellen we eisen aan die delen van het supersysteem waarmee een uitwisseling plaatsvindt wanneer het systeem in werking is. Alle inkomende materialen dienen C2C te zijn geproduceerd. Zo zijn duurzaam en C2C-geproduceerde voedergrondstoffen een vereiste voor een C2C-zeugenhouderij. Dit betekent dat men niet langer soja en daarmee mineralen en organische stof kan onttrekken uit Zuid-Amerika, om vervolgens een mineralenoverschot te creëren in Nederland en een tekort in Zuid-Amerika. Voer wordt daarom bij voorkeur in de directe omgeving geproduceerd, in ieder geval worden kringlopen gesloten. Wij stellen een samenwerking voor tussen bijvoorbeeld zeugenhouders en akkerbouwers, waarbij de akkerbouwer het voer teelt en de bewerkte mest afneemt van de zeugenhouder om de gewassen te bemesten. Ook zijn wij voorstander van een samenwerking met fokkerijen en varkensmesters in de directe omgeving zodat lange transporten voorkomen kunnen worden. In ieder geval zullen transporten op een diervriendelijke manier moeten geschieden. Voor een verdere beschrijving van de omgeving waarin de te ontwerpen zeugenhouderij moet functioneren, zie bijlage 2.

Systeem, elementen en subsystemen

Het systeem zelf is een houderijsysteem waarin men zeugen, gelten en biggen tot 11 weken op een integraal duurzame manier kan houden. Het systeem is opgebouwd uit elementen, subsystemen en aspecten en de grenzen liggen daar waar de fysieke houderij met zijn subsystemen ophoudt.

De elementen binnen het te ontwerpen systeem zijn:

- De gelten, zeugen en biggen
- Het onderkomen van de gelten, zeugen en biggen
- De mestverwerkinginstallatie
- De energieproducerende installatie
- De waterzuiverende installatie
- Het distribueren en voorzien in voer
- Het regelen van het klimaat enz.

Behalve een onderkomen voor gelten, zeugen en biggen en de varkens zelf, maken ook een mestverwerkingsysteem en energieproductie deel uit van het te ontwerpen systeem. Een integraal duurzame en haalbare zeugenhouderij is alleen dan mogelijk wanneer de benodigde energie door het systeem zelf geproduceerd wordt op duurzame wijze. Bij overproductie kan men leveren aan derden, wat extra inkomen oplevert. De mest wordt ook binnen het systeem be- en verwerkt zodat het extra inkomen oplevert voor een boer. Opwaardering van mest draagt daarnaast bij aan de C2C-ontwerpeis, doordat de mineralenkringloop beter gesloten wordt wanneer mineralen en organische stoffen gewonnen worden uit de mest. Een andere bijdrage aan de C2C-ontwerpeis is het zuiveren en hergebruiken van grijswater. Hier valt ook het opvangen van regenwater onder. Dit is behalve C2C ook goedkoper dan het betrekken van het steeds duurder wordende leidingwater.

Door een tweede IDEF0-schema op te stellen, konden we de verschillende onderdelen van het systeem, of subsystemen benoemen:

- Het onderbrengen van dieren
- Het voer bereiden en distribueren
- Het distribueren van foerageermateriaal
- Het scheiden en verwerken van mest en urine
- Het genereren van energie
- Het zuiveren en hergebruiken van afvalwater

Aspectsystemen

Aspecten binnen het systeem, ofwel de omgeving waarbinnen men de oplossing moet vinden, zijn:

- Het sociale aspect
- Het economische aspect
- Het (milieu)technische aspect

Het sociale aspect wordt gevormd door de stakeholders burger/consument en de overheid die een raamwerk vaststellen waarbinnen men moet voldoen aan een bepaald dierenwelzijn. Door vast te stellen hoe deze input vorm gaat geven aan dierenwelzijn, wordt daarin naar de oplossing gezocht vanuit sociaal oogpunt (viewpoint).

Het economische aspect bestaat uit input, grondstoffen en hulpbronnen die binnen de verschillende subfuncties worden omgezet in de eindproducten biggen, mestproducten en energie. Aan de inputkant worden materialen ingekocht en aan de outputkant materialen verkocht. Deze balans bepaalt de rentabiliteit van het zeugenhouderijsysteem.

Het (milieu)technische aspect is de manier waarop:

- het zeugenhouderijsysteem wordt ingericht
- hoe de behoeften van varkens worden gefaciliteerd
- de opwekking van energie wordt vormgegeven
- hoe de mest wordt bewerkt en verwerkt
- hoe kringlopen kunnen worden gesloten
- emissies worden voorkomen

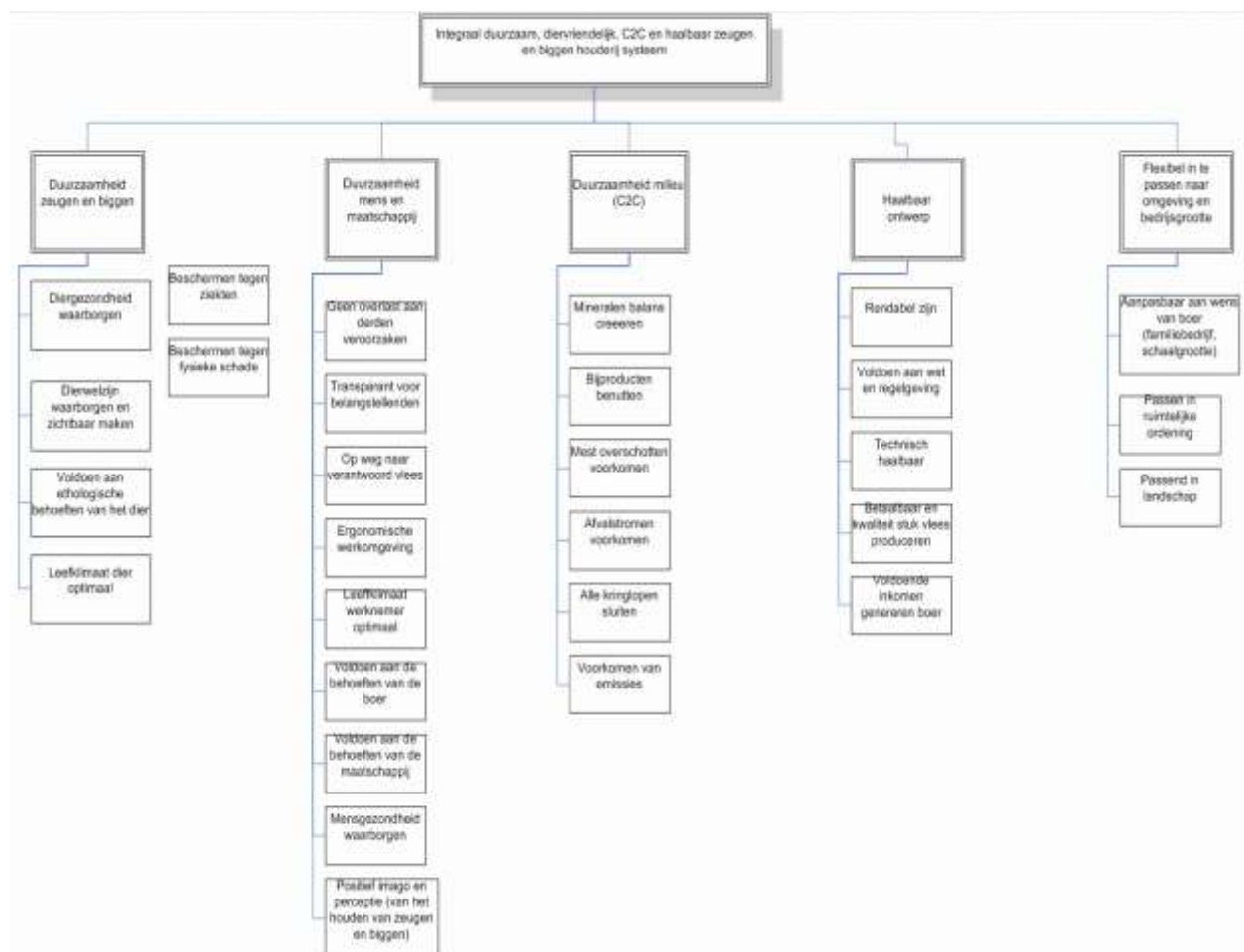
5 Tussen vooronderzoek en probleemdefinitie: systeemdoelen

Om het doel van de gewenste eindsituatie vanuit het perspectief van ons als ontwerpteam te beschrijven hielden we een brainstormsessie. Tijdens deze brainstormsessie hebben we ideeën gegenereerd over het doel van het systeem wanneer het in werking is. Hierna is per individu een 'objectives tree' samengesteld. Dit is een methode die inzicht geeft in de doelen van het ontwerp. De doelen van een ontwerp worden geformuleerd aan de hand van de wensen en behoeften van de verschillende stakeholders. Niet alle doelen zijn even belangrijk. De 'tree of objectives' biedt de mogelijkheid om de doelen te ordenen in verschillende niveaus. Deze ordening vereist een kritische blik op de verschillende doelen en de relaties ertussen. Het ordenen dwingt de ontwerpers vragen te stellen als "waarom willen we dit doel bereiken en hoe kunnen we het bereiken?" en "Welke impliciete doelen gaan er achter schuil en waar gaat het probleem echt over?" (Cross, 2000). De drie individueel opgestelde 'objectives trees' kwamen tot stand door dergelijke vragen en zijn vervolgens in een brainwriting sessie in één 'objectives tree' omgezet. In overleg zijn de doelen gerangschikt naar belangrijkheid en als primair, secundair en tertiair aangewezen. Bovendien is bij elk doel de vraag 'waarom' gesteld en besproken binnen het team om zeker te zijn dat uiteindelijk een werkelijk doel is beschreven.

5.1 Perspectief van het ontwerpteam op de gewenste (eind)situatie

Het doel van het eindontwerp wanneer deze in gebruik is genomen, is een integraal duurzaam, haalbaar en flexibel zeugen- en biggenhouderijsysteem. Deze primaire doelen en de daaraan gerelateerde secundaire en tertiaire doelen worden visueel in de 'objectives tree' gepresenteerd in figuur 5. Daarna worden de gekozen doelen, zoals weergegeven in de 'objectives tree', nader toegelicht.

Figuur 5 Objectives tree



5.2 Integraal duurzaam, diervriendelijk, C2C- en haalbaar zeugen- en biggenhouderij-systeem

Duurzaamheid zeugen en biggen

Een zeugen- en biggenhouderijsysteem dat voorziet in de eisen en behoeften van het dier en waar het dier een natuurlijk leven (met zijn verschillende fasen) kan leiden door de ontwikkeling en het gebruik van hun natuurlijke aanpassingen en capaciteiten. Waar het dier vrij is van langdurige stress, pijn en andere negatieve toestanden. Het systeem maakt het mogelijk dat de dieren goed kunnen functioneren door goede gezondheid en normaal functioneren van fysiologische en gedragsystemen. Het waarborgen van dierenwelzijn binnen het toekomstige zeugen- en biggenhouderijsysteem wordt getoetst door twee ontwerpdoelen. Allereerst moet het systeem de varkens de gelegenheid bieden hun ethologische behoeften te kunnen vertonen en in te kunnen voorzien (zie voor de specifieke gedragsfuncties van het varken figuur 5). Ten tweede moet het systeem de diergezondheid waarborgen. Dat wil zeggen, het varken beschermen tegen ziekten en tegen een ongewenst klimaat. Daarnaast moet het houderijsysteem fysieke schade aan het varken voorkomen.

Het ruimte laten voor natuurlijk gedrag is een behoefte vanuit onder andere de maatschappij. Om deze behoefte te vervullen zal het nieuwe zeugenhouderijsysteem een omgeving voor de varkens bieden waarin zij hun natuurlijke gedrag kunnen vertonen. Hierover dient op een goede wijze met de maatschappij te worden gecommuniceerd, zodat een realistische en eerlijke beeldvorming ontstaat. Het waarborgen van de diergezondheid is niet alleen een behoefte van de sector zelf, maar is ook gekoppeld aan de behoefte van de maatschappij voor een meer diervriendelijke zeugen- en biggenhouderij. Daarvoor zal het nieuwe zeugen- en biggenhouderijsysteem zodanig ingericht zijn dat het geen fysieke schade toebrengt aan het varken en het dier zal beschermen tegen ziekten en een ongewenst klimaat.

Duurzaamheid mens en maatschappij

Het nieuwe zeugen- en biggenhouderijsysteem moet duurzaam zijn voor de mensen in het systeem en voor zijn omgeving, in het bijzonder voor de mensen in zijn omgeving. Hiervoor zijn een aantal ontwerpdoelen opgesteld:

Ten eerste mag het geen gevaar opleveren voor de menselijke gezondheid, ook niet op de lange termijn. Dit is een wens van de omgeving, maar vaak vastgelegd op hoger politiek niveau in regel- en wetgeving.

Ten tweede vraagt de burger om een verantwoord stuk vlees; vrij van schadelijke stoffen en schadelijke toevoegingen. Het nieuwe zeugen- en biggenhouderijsysteem zal daarom verantwoord zeugen houden om deze dieren uiteindelijk te kunnen verwerken tot vlees. Ook moet het nieuwe systeem een prettige werkomgeving bieden. De te gebruiken materialen en methoden moeten niet alleen het dier ruimte bieden om natuurlijk gedrag te kunnen vertonen, maar moeten ook prettig werkbaar zijn voor de boer en zijn personeel. Tot slot mag het nieuwe zeugenhouderijsysteem geen afbreuk doen aan de kwaliteit van de directe omgeving waarin het terecht komt. Het huidige zeugen- en biggenhouderijsysteem wordt regelmatig bekritiseerd door omwonenden en toeristen vanwege bijvoorbeeld stankoverlast. De omwonenden en recreanten die de omgeving van het nieuwe houderijsysteem willen beleven, mogen geen hinder ondervinden van bijvoorbeeld een groot of lelijk gebouw of van stank. Bovendien wordt het doel nagestreefd om door transparantie een positief en goed imago van de sector op te bouwen en om op een eerlijke manier de maatschappij/consumenten te informeren over de origine van hun stuk vlees.

Duurzaamheid milieu (C2C)

Het milieu zal geen schade ondervinden van het nieuwe zeugen- en biggenhouderijsysteem. Om dit te garanderen zijn twee ontwerpdoelen opgesteld:

Om te beginnen moet het ontwerp voldoen aan C2C-principes. Deze principes vragen onder andere om gesloten kringlopen en een regionale focus. De zeugenopfok van vandaag produceert veel restproducten, bijvoorbeeld mest. Milieuorganisaties klagen over de vervuilende werking van mest in het milieu. In het nieuwe houderijsysteem worden huidige afval- en restproducten, de mest, opgewaardeerd tot bruikbaar bijproduct. Dit product doorloopt volgens het C2C-principe zijn eigen keten buiten het doel door, wat vervolgens als input weer het systeem binnenkomt in de vorm van voer. Hoewel dit buiten het eindontwerp plaatsvindt, is door voorwaarden en eisen te stellen aan het traject, toch de (overkoepelende) kringloop gesloten. Een doel hierin is het regionaal opereren van dit traject, het creëren en behouden van een regionale mineralenbalans.

Ten tweede moet de zeugenhouderij van de toekomst emissies naar zijn omgeving voorkomen. Milieuorganisaties tonen aan dat de emissies van de zeugenhouderij naar bodem water en lucht schadelijk zijn voor het milieu. Het nieuwe houderijsysteem mag daarom geen schadelijke stoffen meer uitstoten naar bodem, lucht of water.

Haalbaar ontwerp

Als rode draad door het systeem lopen de economische aspecten. Het eindontwerp voorziet in een rendabele omgeving, waarbij de kosten en opbrengsten in balans zijn, wat voldoende inkomen genereert voor de ondernemer. Zo kan de ondernemer uiteindelijk een betaalbaar stuk kwaliteit vlees voor de consument leveren. De haalbaarheid van het toekomstige zeugenhouderijsysteem wordt getoetst door drie ontwerpdoelen. Ten eerste moet het systeem technisch te realiseren zijn en ten tweede economisch haalbaar. Het derde haalbaarheidsdoel is dat het moet voldoen aan de wettelijke voorgeschreven regels of kaders. Er is voor deze drie doelen gekozen omdat:

1. Er wordt een te realiseren en tastbaar zeugenhouderijsysteem ontworpen; de technische haalbaarheid bepaalt of het ontwerp te materialiseren is.
2. Het bestaansrecht van het systeem is niet alleen te vatten in duurzaamheid of dierenwelzijn, ieder productiesysteem moet economisch uit kunnen. Het wordt getoetst door de economische haalbaarheid mee te nemen in het ontwerp.
3. Uiteindelijk, als het systeem in de praktijk gerealiseerd wordt, zal de overheid het systeem toetsen aan de dan geldende normen, regels en kaders. Het spreekt voor zich dat het ontwerp aan deze gestelde regels van overheid dient te voldoen en dat is een ontwerpdoel. Verder zal nu moeten worden geanticipeerd over de omgeving en de geldende wetten en regels van de toekomst. Hierdoor moeten vooraannames worden gemaakt, gebaseerd op huidige kennis en de voorafgaande historie van de sector. Bovendien wordt er gekeken naar de achterliggende theorie van de wettelijke kaders; zijn de wetten en regels namelijk middel- of doelvoorschriften? Wellicht kan de toekomst ook op dit gebied veel veranderingen brengen.

Door de technische haalbaarheid als doel te stellen wordt ervoor gezorgd dat tijdens het verdere ontwerpproces de gevonden functies en werkwijzen worden (actief) getoetst aan deze gestelde haalbaarheid. Ze moeten functioneren binnen geldende natuurkundige wetten en zo mogelijk getoetst worden aan de stand der techniek, waarbij wordt getracht de huidige technische trends door te zetten naar de toekomst en deze in het ontwerp mee te nemen.

De economische haalbaarheid is het ontwerpdoel dat ervoor zorgt dat het eindontwerp een rendabel systeem oplevert waarmee de boer voldoende inkomen kan genereren om zijn activiteiten in de toekomst voort te zetten. Daarnaast wordt als doel gesteld dat het systeem voldoende betaalbaar vlees oplevert. Het moet voldoende zijn om de volumevraag van de consument te beantwoorden tegen een acceptabele prijs.

Het voldoen aan wet- en regelgeving is een oplegde eis van het systeem op "wereld"niveau. Het is een noodzakelijk in te vullen doel, beheerst door de overheid. Hieronder vallen regels die bij de processen aan de buitenkant en binnenkant van het systeem lopen, gesteld door de landelijke overheid zoals onder andere de arbo-, milieu- en meststoffenwetgeving. Lokale overheden stellen regels op voor huisvesting en ruimtelijke verordeningen waaraan het systeem moet voldoen.

Flexibel in te passen naar bedrijfsgrootte en omgeving

Hiermee bedoelen we dat het te ontwerpen systeem de gehele opfoksector kan bedienen. Dat het ontwerp flexibel is in te passen bij de verschillende zeugen- en biggenhouderijen, die verschillen in bedrijfsstructuur en omvang. Ook dat het systeem flexibel is om toegepast te worden op de verschillende grondsoorten en regionale gebieden van Nederland. Bovendien is het eindontwerp (doel) een systeem waar de maatschappij met zijn betrokken mensen zich in kan vinden en de daarbij behorende belangen worden behartigd. Het systeem kan in de sociale context van de samenleving worden geplaatst, door rekening te houden met de ruimtelijke ordening (uiterlijk van het ontwerp en plaatsing).

6 Probleemdefinitie: State of art and novelty research

Plan van aanpak: kort literatuuronderzoek

Door gesprekken met en op aanraden van experts (Onno van Eijk, ASG Lelystad en Bert van 't Ooster, ABT Wageningen) is in het voortraject, bij onder andere het analyseren van de behoefte, literatuur verzameld. Daarnaast is op internet literatuur gevonden door gebruik van web-portals van Wageningen UR; beide bronnen zijn in deze fase kort doorgenomen. Hierbij is gelet op de inhoud van de rapporten waarbij door toepassen van een technische inrichting een doel is vervuld, vergelijkbaar met de door ons als ontwerpteam gestelde doelen. De inhoud van de gevonden literatuur is beoordeeld of het een probleem beschrijft wat in de kern van onze ontwerpopdracht ligt en of de oplossing een technische inrichting betreft.

Plan van aanpak: patent database

Het ontwerpteam heeft in een korte brainstormsessie de taken verdeeld over de drie teamleden door de patentzoekopdracht in tweeën te delen:

1. Het gericht zoeken naar systemen in de varkenshouderij.
2. Het gebruik van analoge systemen zoals beschreven in design task 3 en andere dierhouderijsystemen.

Om de zoekopdracht op te starten is in de brainstormsessie een lijst van keywords opgesteld. Daarbij is gebruik gemaakt van het cirkeldiagram en het IDEF0-model om tot de begrippen te komen die tot de kern van het probleem behoren. Bij het samenstellen van de lijst met keywords is erop gelet dat de gevonden patenten een technische inrichting beschrijven die een raakvlak hebben met het ontwerpdoel.

Met deze keywords is in een aantal keywordcombinaties een korte zoekopdracht gestart via de website: <http://ep.espacenet.com/>. De eerste resultaten zijn beoordeeld op relevantie door kort de titels te scannen en de abstract door te nemen. De daarbij gevonden "International Patent Classification"-coden zijn daarna gebruikt om via de "classification search" gericht te zoeken in meer afgebakende delen van de patentdatabase. In deze afgebakende delen is met verschillende combinaties van keywords gezocht naar patenten.

Resultaten

We hebben in totaal tien resultaten gevonden in de patent database, alsmede gevonden analogieën. Deze resultaten presenteren en bespreken we hier niet.

De state of art and novelty research werd uitgevoerd om affiniteit te verkrijgen met het zoeken in patent databases en wat er huidig beschikbaar is aan kennis (state of art).

7 Probleemdefinitie: Programma van eisen (Brief of requirements)

Om het doel van een ontwerp te kunnen formuleren in technische termen is een lijst met criteria nodig. Een programma van Eisen is zo'n lijst met criteria die grenzen aangeeft waarbinnen een oplossing gevonden kan worden en welke rekening houdt met de wensen en behoeften van stakeholders. Ook de fysieke mogelijkheden en onmogelijkheden worden in ogenschouw genomen als wel wettelijke bepalingen en sociale infrastructuren. Met behulp van een programma van eisen en de daaropvolgende formulering van het doel kan uiteindelijk een functie van het systeem bepaald worden.

De probleemdefiniërende fase waarin het ontwerptraject zich nu bevindt, dient ter bepaling van de functie.

7.1 Totstandkoming eisen

Door de opdrachtgever zijn de volgende eisen gesteld: het zeugenhouderijsysteem moet C2C zijn, economisch haalbaar en het moet de behoeften van zeugen en biggen tot 11 weken faciliteren. Daarnaast bepaalt regel- en wetgeving de minimale eisen van de huidige zeugenhouderijsystemen en van die in de nabije toekomst. De bestaande wetgeving voor de biologische zeugenhouderij was voor ons een leidraad om te komen tot milieu- en huisvestingseisen.

Voor het jaar 2023 is nog geen regelgeving, behalve de richtlijn van minister Verburg dat de Nederlandse landbouw tegen die tijd volledig integraal duurzaam moet zijn. Integraal duurzaam betekent dat binnen het systeem tegemoet wordt gekomen aan de eisen en behoeften van alle betrokken partijen zoals het dier, de ondernemer, het milieu en de burger/consument. Om de eisen van deze stakeholders te inventariseren is een rollenspel gespeeld. Hieruit kwam een lijst eisen en wensen naar voren die per stakeholder gegroepeerd zijn.

De eisen van het dier zijn apart bepaald aan de hand van de lijst met behoeften van varkens zoals die opgesteld is door Bracke (2001). Deze behoeften zijn vertaald naar minimale eisen aan de huisvesting van de zeugen. Deze lijst van eisen wil ook de eis van de opdrachtgever in dat het zeugenhouderijsysteem de behoeften van zeugen en biggen tot 11 weken moet faciliteren.

De eis dat het zeugenhouderijsysteem C2C moet zijn, is vertaald naar een aantal eisen aan de technische inrichting van het systeem, zoals het sluiten van kringlopen en het aanwenden van niet-toxische materialen.

Tot slot is een aantal eisen opgesteld dat de economische haalbaarheid waarborgt.

Per stakeholder/eis van de ontwerper en na snijding vanwege overlap, leverde dit de volgende lijst met eisen op:

1 Milieu (C2C)

- Duurzame energie gebruiken
- Grijswater gebruik
- Mineralen en energiestroom terugkoppelen in andere ketens
- Gebruik materialen met kort eindige voorraad zo min mogelijk
- Ammoniakemissie per zeug
- Materialen hergebruiken
- Energieverlies voorkomen

2 Burger / consument en boer

- Transparantie bieden aan buitenwereld, zonder negatieve gevolgen voor buitenwereld en bedrijf
- Aantal pathogenen
- Geuremissie: afstand tussen gebouwen
- Geluidproductie / overlast naar norm
- Fijnstofemissie
- Bestand tegen epidemieën (varkenspest, MKZ)
- Afmetingen stal naar ruimtelijke ordening
- Arbeidstevredenheid

3 Dierenwelzijn

- Niet castreren, staarten couperen en tanden knippen
- Voeding van biggen met natuurlijke melk
- Faciliteert ethologische behoeftes in hoge mate
- Niet overvoeden ten behoeve van snelle onnatuurlijke groei
- Genoeg leefruimte voor zeugen
- Elke zeug, met uitzondering van zogende zeugen, dient de beschikking te hebben over een onverharde buitenuitloop waarvan max. 75% overdekt
- Varkens beschikken permanent over voldoende materiaal (stro, hooi, houtkrullen, zaagsel, compost, turf of een ander substraat) om te kunnen foerageren
- Gebruik van antibiotica voor preventieve behandeling is verboden
- Adequate luchtkwaliteit
- Temperatuur omgeving van varken
- Lichtintensiteit verticaal op dierhoogte

4 Economische haalbaarheid

- Moet voldoende inkomen genereren
- Voldoende levensduur
- Moet schaalbaar zijn (bedrijfs grootte tussen kleinst haalbare unit tot megastal)
- Lage running costs
- Korte r.o.i.
- Kleinst mogelijke bedrijfseenheid moet te managen zijn binnen een gezin (uren)
- Mest opwaarderen tot hoogwaardig product voor lokaal gebruik

Voor de 'kwalificatie' van de lijst met eisen in 'fixed, variable en desirable' en de onderverdeling naar aspect, stakeholder en subsysteem is de 'unsorted brief of requirements' in het Excel document Brief of Requirements opgezet, hieronder weergegeven in tabel 3.

Tabel 3 Programma van eisen

Brief of requirements (Unsorted) for Project: Future sow & piglet husbandry system								
Index	Primary Internal/External	Secondary Aspect	Tertiary Subsystem	Quaternary Stakeholder(s)	Requirement Description	Fixed Req	Variable Req	Desirability
1	internal	milieu	energie opwekken	Boer	Duurzame energie gebruiken	x		
2	construct	milieu	watervoorziening	milieu	grijswater gebruik	x		
3	external	mens		burger	geuremissie: afstand tussen gebouwen	x		
4	external	mens		burger	geluidproductie / overlast naar norm	x		
5	internal	milieu		milieu	ammoniakemissie per zeug		x	
6	external	mens		burger	fijn stof emissie		x	
7	construct	milieu		milieu	mineralen en energie stroom terugkoppelen in andere ketens		x	
8	internal	economie	mest installatie	Boer	mest opwaarderen tot hoogwaardig product voor lokaal gebruik		x	
9	external	milieu		milieu	Weinig gebruik materialen met kort eindige voorraad		x	
10	construct	milieu		milieu	Materialen hergebruiken			x
11	external	economie	indeling huisvesting	Boer	Voldoende levensduur		x	
12	construct	milieu	energie opwekken	milieu	Energie verlies voorkomen			x
13	external	milieu		burger	zonder residuen van stoffen schadelijk voor dier en mens			x
14	construct	mens		burger	afmetingen stal naar ruimtelijke ordening	x		
15	internal	economie	indeling huisvesting	Boer	lage running costst		x	
16	internal	economie		Boer	korte ROI		x	
17	internal	dier		Dier	Genoeg leefruimte voor varkens		x	
18	internal	dier		Dier	Elke zeug, met uitzondering van zogende zeugen, dient de beschikking te hebben over een onverharde buitenuitloop waarvan max. 75% overdekt		x	
19	internal	dier		Dier	Varkens beschikken permanent over voldoende materiaal (stro, hooi, houtkrullen, zaagsel, compost, turf of een ander substraat) om te kunnen	x		
20	internal	dier		dier	gebruik van antibiotica voor preventieve behandeling is verboden	x		
21	internal	dier		Dier	Adequate luchtkwaliteit:	x		
22	internal	dier		Dier	Temperatuur omgeving van varken		x	
23	construct	dier		Dier	Lichtintensiteit verticaal op dierhoogte	x		
24	internal	economie		boer	moet voldoende inkomen genereren		x	
25	internal	mens		boer	aantal pathogenen		x	
26	internal	economie		boer	moet schaalbaar zijn (bedrijfsomvang tussen kleinst haalbare unit tot gigastal		x	
27	external	mens		boer	transparantie bieden aan buitenwereld, zonder negatieve gevolgen voor			x
28	internal	economie		boer	kleinst mogelijke bedrijfseenheid moet te managen zijn binnen een gezin (uren)		x	
29	internal	dier		Dier	Niet castreren, staarten couperen en tanden knippen	x		
30	internal	dier		Dier	voeding van biggen met natuurlijke melk		x	
31	internal	mens		boer	arbeidstevredenheid		x	
32	external	dier		burger	faciliteert ethologische behoefte in hoge mate		x	
33	external	dier		burger	niet overvoeden tbv snelle onnatuurlijke groei			x
34	external	mens		burger	bestand tegen epidemieën (varkenspest, mkz)			x

FTE22806 Methodical Approach to Engineering Design

7.2 Weging van de eisen

Van de bovenstaande lijst met eisen zijn vervolgens de variabele eisen gewogen. Paarsgewijs zijn de variabele eisen vergeleken en is bepaald welke eis belangrijker is voor het functioneren van het systeem. Hieruit kwam de tabel zoals weergegeven in 'general ranking in het Excel document Brief of Requirements in tabel 4.

Het toekennen van prioriteit per aspect resulteerde in gelijke verdeling, dus alle aspecten hadden na vergelijking met de andere aspecten een vermenigvuldiging factor van 1. Deze is dan ook niet verder gebruikt bij het waarden van de individuele eisen.

De afweging die we iedere keer maakten, was wat belangrijker was voor het functioneren van het systeem, met in ons achterhoofd de door de opdrachtgever gestelde eisen.

Zo was het genereren van inkomen altijd belangrijker dan alle andere variabele eisen, omdat zonder inkomen geen zeugenhouderij mogelijk is. De eisen 'return on investment' en 'low running costs' worden maar op één moment bepaald en zijn rekbaar; daarom werden deze vaak lager gewaardeerd dan veel dierenwelzijneisen die door het hele systeem heen een rol spelen. In het algemeen kunnen we zeggen dat eisen die door het hele systeem heen een rol spelen, belangrijker werden gewogen dan eisen die slechts op een bepaald moment gemeten worden.

Het in hoge mate faciliteren van de behoeften van zeugen was ook belangrijker dan de meeste andere eisen, omdat bijvoorbeeld de opdrachtgever een systeem eist dat de behoeften van varkens faciliteert. Maar bovenal dat het terdege rekening houden met de behoeften van het dier een robuuster zeugenhouderijsysteem gebouwd kan worden en wellicht zelfs wel (er bestaan sterke indicatoren) hogere productie behaald kan worden (aangezien er minder energie in tegenwerking en beheersing wordt gestoken). Vanuit voorgaande redenering kan men verwachten dat eisen gerelateerd aan het cradle to cradle-principe ook vaak belangrijker gewogen werden. Deze worden echter voor een groot deel ondervangen door 'fixed requirements', die niet gewogen zijn. Dat het in hoge mate faciliteren van behoeften van varkens geen 'fixed requirement' is, komt doordat het volgens ons onmogelijk is om de behoeften voor 100% te faciliteren. Dit zal in dezelfde mate ook betrekking hebben op het C2C-principe.

Hoewel veel geprobeerd is rationele overwegingen te maken, moeten we stellen dat keuzes vaak ook intuïtief tot stand kwamen.

Tabel 4 Wegen van de eisen

Ranking the requirements for Project: Future sow & piglet husbandry system																		
Index	Aspect	Importance of Variable Requirements Requirement:	Compared to															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	milieu	gebruik materialen met kort eindige voorraad zo min mogelijk	X	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	milieu	ammoniakemissie per zeug	1	X	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	milieu	wek uit mest, zon en/of wind op bedrijf duurzame energie op	1	1	X	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1
4	mens	aantal pathogenen	0	0	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	mens	arbeidstevredenheid	0	0	1	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	mens	Ergonomische werkomgeving	1	1	1	1	X	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
7	dierwelzijn	voeding van biggen met natuurlijke melk	1	1	1	1	X	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
8	dierwelzijn	In hoge mate faciliteren van ethologische behoeftes van zeugen en biggen	1	1	1	1	1	X	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
9	dierwelzijn	Genoeg leefruimte voor zeugen	1	1	1	1	1	0	X	1	1	0	0	0	1	0	1	1
10	Dierwelzijn	Elke zeug, met uitzondering van zogende zeugen, dient de beschikking te hebben over een onverharde buitenuitloop waarvan max. 75% overdekt	1	0	1	1	0	0	0	X	1	0	0	1	1	1	1	1
11	dierwelzijn	Temperatuur omgeving van varken	1	1	1	1	1	0	0	0	X	0	1	1	1	1	1	1
12	economie	moet voldoende inkomen genereren	1	1	1	1	1	1	1	1	1	X	1	1	1	1	1	1
13	economie	Voldoende levensduur	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	X	0	0	1	0	0
14	economie	moet schaalbaar zijn (bedrijfsomvang tussen kleinste haalbare unit tot gigastal)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	X	1	1	0	0
15	economie	lage running costs	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	X	1	0	0
16	economie	korte ROI	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	X	0	0
17	economie	kleinste mogelijke bedrijfseenheid moet te managen zijn binnen een gezin (uren)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	X	1
18	economie	mest opwaarderen tot hoogwaardig product voor lokaal gebruik	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	X
FTE22806 Methodical Approach to Engineering Design																		

7.3 Kwantificeren van de variabele eisen

Alle variabele eisen en ook enkele niet-variabele eisen zijn gekwantificeerd in minimum- en maximumwaarden waarbinnen het systeem moet functioneren. Van de vier belangrijkste variabele eisen die uit de weging naar voren kwamen, geven we hier een motivatie van de kwantificering. Voor alle overige eisen zie 'sorted brief of requirements' in het Excel document Brief of Requirements, toegevoegd op de volgende pagina, tabel 5).

- Eis 1: 'voldoende inkomen genereren'. Inkomen genereren op zich had een 'fixed requirement' kunnen zijn, als het niet variabel was geweest. Deze variabiliteit komt ook voort uit de schaalbaarheid van het ontwerp. Een kleine bedrijfseenheid levert een ander inkomen dan een grote bedrijfseenheid. De minimale waarde die daarom gegeven is aan inkomen, is een modaal gezinsinkomen, de maximale waarde is oneindig.
- Eis 2: is 'het in hoge mate faciliteren van de ethologische behoefte van varkens'. De ethologische behoefte van varkens kan niet voor 100% gefaciliteerd worden en is daarom variabel. De mate waarin deze gefaciliteerd kan worden is uitgedrukt in aantal uren per dag. De minimale mate hebben wij gesteld op 90%. 90% van het aantal uren is circa 21 uur. De maximale waarde is uiteraard 100%, welke gelijk is aan 24 uur per dag. Bovendien ondervangen veel andere variabele eisen (op een veel lager systeemniveau) het faciliteren van de ethologische behoefte.
- Eis 3: 'wek uit mest, zon en/of wind op het bedrijf duurzame energie op'. Is een variabele eis aangezien de doelwaarden binnen een bepaald bereik liggen. Dit bereik kan gebaseerd worden op de huidige technieken, maar verwachting is dat de technologische efficiëntie hoger ligt in de toekomst. Zodat in de toekomst makkelijker, beter en goedkoper duurzame energie kan worden geproduceerd.
- Eis 4: 'ergonomische werkomgeving'. Is een variabele eis, aangezien aan de behoeften, eisen en wensen van de werknemer (boer) niet voor 100% gefaciliteerd kan worden. Deze eis bevindt zich net als de andere drie eisen op een zeer hoog systeemniveau en zal net als de andere eisen op een lager niveau verder per aspect moeten worden uiteengezet.

Tabel 5 Gesorteerde lijst van eisen

Brief of requirements (Sorted) for Project: Future sow & piglet husbandry system						Quantify requirements				Motivation requirement	
Index	Aspect	Requirement description	Fixed Req.	Variable Req.	Desirability	Min.value	Max.value	Target	Unit		
1	milieu	Wek uit mest, zon of wind op bedrijf duurzame energie op		x		> 350	800	515	MJ		
2	milieu	Mest verwerkings capaciteit voldoende groot voor winning energie		x		> 2	6	4	m3/zeug/jaar		
3	milieu	Win lokaal grijswater voor gebruik op bedrijf		x		> 4	15	6	m3		
4	milieu	mineralen en energie stroom terugkoppelen in andere ketens			x	>					
5	milieu	gebruik zo min mogelijk materialen met kort eindige voorraad		x		> 0	5		%		
6	milieu	ammoniakemissie per zeug onder emmissie norm terug brengen		x		> 1	2,9		kg/zeug/jaar		
7	milieu	Materialen hergebruiken			x	> 90	100		%		
8	milieu	Energie verlies voorkomen			x	>					
9	mens	geuremissie: afstand tussen gebouwen		x		> 0	10	5	OU	Oudor Units	
10	mens	geluidproductie in verblijf		x		> 0	60	<40	dB		
11	mens	fijn stof emissie		x		> -0	40		µg/m³		
12	mens	aantal pathogenen		x		> >0	drempelwaarde			per pathogeen vast te stellen wat drempelwaarde is	
13	mens	transparantie bieden aan buitenwereld, zonder negatieve gevolgen voor buitenwereld en bedrijf			x	>					
14	mens	bestand tegen epidemieën (varkenspest, mkz)			x	>					
15	mens	arbeidstevredenheid		x		> 60	100		%		
16	mens	afmetingen verblijf naar ruimtelijke ordening		x		>					
17	dier	Niet castreren, staarten couperen en tanden knippen	x			>					
18	dier	voeding van biggen met natuurlijke melk		x		> 40	77		leeftijd in dagen		
19	dier	faciliteert ethologische behoeften in hoge mate		x		> 21	24		uur per dag	Ethologische behoeften volgens Bracke et al. 2001	
20	dier	niet overvoeden tbv snelle onnatuurlijke groei			x	>					
21	dier	Genoeg leefruimte voor zeugen		x		> 7,5	10		m2/dier	dier is zeug inclusief biggen	
22	dier	Elke zeug, met uitzondering van zogende zeugen, dient de beschikking te hebben over een onverharde buitenuitloop waarvan max. 75% overdekt		x		> 2,5	40		m2/dier		
23	dier	Kraamkamer biggen afmeting		x		> 3	5	4	m2		
24	dier	Kraamkamer afmetingen incl zeug		x		> 7	10	8	m2/per kraamkamer		
25	dier	Foerageer ruimte zeugen		x		> 2,5	4		m2/dier		
26	dier	Ruimte gelten		x		> 3	5	4	m2/gelt		
27	dier	Excretie ruimte naar afmeting zeug		x		> 1	2	1,5	m	dit is de maximale lengte van een volwassen zeug	
28	dier	Varkens beschikken permanent over voldoende materiaal (stro, hooi, houtkrullen, zaagsel, compost, turf of een ander substraat) om te kunnen foerageren		x		> 1	3	2	kg/zeug/dag		
29	dier	gebruik van antibiotica voor preventieve behandeling is verboden	x			>					
30	dier	Adequate luchtkwaliteit:	x			>					
31	dier	Temperatuur omgeving van zeug		x		> 15	20	18	°c		
32	dier	Temperatuur omgeving van big		x		> 25	30	27	°c		
33	dier	Lichtintensiteit verticaal op dierhoogte		x		> 20	200	100	LUX		
34	economie	moet voldoende inkomen genereren		x		> modaal gezinsinkomen	n x modaal	42000	Euro		
35	economie	Voldoende levensduur		x		> 3	10		jaar	Afhankelijk van soort component	
36	economie	moet schaalbaar zijn (bedrijfsomvang tussen kleinst haalbare unit tot gigastal		x		> 1	10		bedrijfs-economische unit		
37	economie	lage running costs		x		> 1	10	6	%		
38	economie	korte ROI		x		> 4	15	8	jaar		
39	economie	kleinst mogelijke bedrijfseenheid moet te managen zijn binnen een gezin (uren)		x		> 1980	2240	2100	uur/jaar		
40	economie	mest opwaarderen tot hoogwaardig product voor lokaal gebruik		x		> 25	50	30	Euro/kuub	min value gebaseerd op huidige waarde varkensmest in Engeland	
FTE22806 Methodical Approach to Engineering Design						Quantify when possible				motivation section	

8 Tussen probleemdefinitie en werkwijzebepaling: functiedefinitie

Om het doel van het systeem te kunnen vervullen dient het zeugenhouderijsysteem bepaalde functies te hebben. Deze functies moeten bovendien aan de eisen van de stakeholders voldoen, zoals die zijn opgesteld in het programma van eisen (zie hoofdstuk 7). Hiertoe is gefocust op de technische kern van het probleem om zo te komen tot een technische oplossing die ontworpen moet worden.

8.1 Analyse van de functies

Om te komen tot een definitie van de functie is allereerst een analyse gemaakt van de input en de output en de verandering van de output ten opzichte van de input. De Brief of Requirements was hierbij een leidraad. Het maken van een IDEF0-functieblokdigram (zie bijlage 1) dwong ons ertoe de input en de output van het systeem te benoemen: stoffelijke materie, levende have, energie en informatie vormen de input; levende have, organische stoffen, milieubelasting en informatie verlaten het systeem. We hebben er bewust voor gekozen om biggen niet expliciet als output te noemen. Het systeem zou daardoor voornamelijk gaan focussen op de productie van biggen en minder oog hebben voor het diervriendelijk houden van die biggen. Naast het functieblokdigram is ook een functiematrix opgesteld (zie bijlage 3). Deze methode maakte de veranderingen van output ten opzichte van input heel expliciet duidelijk doordat naar de veranderingen gekeken wordt die materie, energie en informatie ondergaan.

Het visualiseren van het te ontwerpen systeem met behulp van een functieblokdigram in IDEF0 gaf een beter zicht op verschillende subfuncties binnen het systeem. De functiematrix was hierbij ook een bruikbaar hulpmiddel. Samen met de herformulering van de ontwerpopdracht en de systeemanalyse (zie hoofdstuk 3) vormden de functiematrix en functieblokdigram de bron van informatie voor een functiediagram in Techoptimizer (zie externe bijlage Techoptimizer functiediagram, een verkleinde weergave van het model is weergegeven in bijlage 4).

De in het bronmateriaal gebruikte termen zijn in een matrix vertaald naar producten van het systeem, systeem-elementen en supersysteem/wereld, die we vervolgens makkelijk konden invoeren in Techoptimizer (bijlage 5). Het techoptimizermodel is samengesteld door de fysieke plekken centraal te stellen zoals de kraamkamer, rustplek en slaapplek. Daar omheen worden materialen of producten ingevoerd zoals warmte, voer of foerageermateriaal. Uit de plekken komen producten als geluid, mest en biggen. Door deze methode zijn nieuwe functies gevonden die terugkomen en worden gebruikt bij het vinden van modes of operation in hoofdstuk 10.

Uit het functieblokdigram, de functiematrix en het functiediagram zijn vervolgens een aantal belangrijke functies gekozen waarvan de belangrijkste het *houden van gelten, zeugen en biggen* is. Dit is de hoofdfunctie van het systeem. Deze functie moet zodanig ontworpen worden dat men het gestelde doel kan bereiken en tevens wordt voldaan aan de gestelde eisen. Om dit te kunnen realiseren hebben we vervolgens de belangrijkste subfuncties gekozen die de hoofdfunctie voldoende ondersteunen:

- Mest en urine scheiden
- Leefklimaat varkens regelen
- Faciliteren van gedragrepertoire
- Faciliteren van fysieke en fysiologische behoeften
- Faciliteren van voedselbehoeften
- Beschermen gezondheid
- Mineralen en organische stoffen winnen
- Duurzame energie winnen
- Grijswater inzetten
- Werkklimaat regelen

Samen vormen deze subfuncties de hoofdfunctie. Houden van gelten, zeugen en biggen slaat niet alleen op het daadwerkelijk onderbrengen van de dieren, maar ook op de manier waarop dat gebeurt: door van de dieren te houden en oog te hebben voor dierenwelzijn.

Deze functies zijn in hoofdstuk 10 uitgewerkt naar werkmethoden in een morfologisch diagram. Om beter inzicht te krijgen in de werkmethoden worden in het volgende hoofdstuk eerst de eisen vertaald naar engineering characteristics en consumer attributes.

9 Werkwijze bepaling: QFD – HoQ Engineering characteristics

9.1 Consumer attributes en engineering characteristics verzamelen

Aan de hand van de eerder opgestelde Programma van eisen (zie hoofdstuk 7) hebben we een lijst met consumer attributes opgesteld. Dit gebeurde in overleg met elkaar en op brainstormachtige wijze. Uitgangspunten waren de boer als gebruiker van het systeem en het varken dat gebruik maakt van de faciliteiten in het systeem. Deze beide 'consumers' wensen dat het systeem bepaalde eigenschappen heeft. Met behulp van deze lijst zijn vervolgens engineering characteristics opgesteld (enkele engineering characteristics waren eerder al direct afgeleid uit de brief of requirements). Deze engineering characteristics vormen de vertaling van de consumer attributes door ons als ontwerpers. Hierbij vroegen we ons af wat de fysieke eigenschappen van het systeem zijn, wanneer we willen voldoen aan de wensen van de gebruikers. Deze zijn gebaseerd op de verworven kennis van de experts, additionele literatuur onderzoek, consults met experts en voor een deel intuïtief ingevuld. Onder in het huis staan de units waarin de engineering characteristics worden gemeten. Beide lijsten (met consumer attributes en de lijst met engineering characteristics) zijn weergegeven in de House of Quality, zie figuur 6.

Figuur 6 House of Quality (HoQ)

category	Engineering Characteristics (EC) ↓ ← Relative importance CA														Economische houderij (gangbaar)	Biologische houderij	Groene houderijen		
		Levensduur van systeem	Onderhoudskosten	Effectieve klimaatbeheersing	Materialen voorziening ten behoeve van behoeften d	Oppervlakte verschillende functiegebieden	Opbrengst per zeug/big	Kosten per zeug/big	Mestverwerking	Energie winning uit mest	Fijnstof emissie	Ammoniak emissie	Grijswater verwerking	Ingezette arbeidsuren					
Bio	Ethologische behoeften van dier voorzien	5			3	9	9										1	4	2
Bio	Leefomgeving/klimaat optimaal voor dier	4			9	9					9	9					1	3	3
Bio	Diervriendelijke huisvesting	3			3	9	9					3	3				1	3	2
Mens	Gezinsbedrijf mogelijk	2	3	3				3	3	3				9			3	4	3
Mens	Voldoende inkomen genereren	5		9				9	3		9			9			4	1	2
Mens	Weinig investering benodigd systeem	2	3	3			3			9							3	1	1
Mens	Ergonomisch verantwoord	4			9						9	9		9			2	3	3
C2C	Duurzame productie methode	5	9							9	9			9			1	2	4
C2C	Kringlopen sluiten	2									9			9			1	2	3
C2C	Hergebruik van duurzame materialen	1	9											3			1	2	3
EC importance			66	57	96	108	78	51	21	69	108	81	81	66	99				
Unit			jaar	% totaal investering	MJ zeug/jaar	m2	m2	Euro/big	Euro/groep zeugen (70)	m3/groep/dag	MJ/groep zeugem (70)/dag	mg/s	kg NH3/zeug/jaar	m3/zeug/jaar	uur/d				
Targets			43.922	39.569	500	(totaal)	60	60000	1	1000	<0.2	<1	6.00	42.1					

In eerste instantie waren niet aan alle consumer attributes aan directe engineering characteristic verbonden, omdat de focus vooral ligt op het ontwerpen van een omgeving naar de ethologische behoefte van het varken en dus vooral de daaraan gerelateerde attributes tot engineering characteristics uitgewerkt zijn. Er is aan de alarmbel getrokken en we hebben iteratief na de feedback van de initiator het house of quality aangepast. Nog steeds hebben we het probleem niet geheel kunnen oplossen, maar in ieder geval zijn de engineering characteristics op een gelijk systeemniveau gezet. Het dak van het huis is weggelaten omdat de relaties tussen de engineering characteristics niet gebruikt zijn in de verdere overwegingen.

9.2 Weging van de consumer attributes

De lijst met Consumer attributes is vervolgens gewogen. Dit is vrij intuïtief gedaan, in een plenaire sessie. De afweging hierbij was met welke attributes het te ontwerpen systeem zich meer zou kunnen onderscheiden van reeds bestaande systemen. De belangrijkheid werd gerelateerd aan een cijfer van 1 tot en met 5, waarbij 1 het minst belangrijk is en 5 het meest belangrijk. Zie tabel 4 voor de wegingsfactoren van de 'relative importance'.

9.3 Vergelijking met bestaande systemen

Er bestaan veel alternatieve systemen voor het houden van zeugen. Op basis van de eerder onderscheidende aspectfuncties (zie hoofdstuk 7) hebben we een keuze gemaakt uit drie bestaande systemen waarmee we het te ontwerpen systeem wilden vergelijken:

- Houderijsystemen geoptimaliseerd op het milieu (milieu)
- Biologische houderijen die het systeem hebben geoptimaliseerd voor het dier (milieu en dierwelzijn)
- De gangbare houderij die vooral op economische aspecten let

Ieder van ons heeft zich verdiept in een van de systemen. Aan de hand van de regels en eisen die gesteld zijn door de drie manieren van houden van varkens hebben we gekeken in hoeverre de bestaande houderijsystemen de wensen van de gebruiker, zoals wij die opgesteld hebben in de lijst met consumer attributes, in acht nemen. Hieraan is een cijfer van 1 (zeer slecht/niet) tot en met 5 (goed) gehangen. De score hiervan is opgenomen in de meest rechtse box van het House of Quality. Het bleek dat sterke onderdelen zoals voldoende inkomen genereren, in ethologische behoeften van het dier voorzien en gebruik maken van een duurzame productiemethode naar voren komen voor respectievelijk de economische, biologische en groene houderijen.

De targets die wij stellen aan ons systeem zijn tot stand gekomen door te kijken naar de targets van het best scorende systeem op dit punt. Onze targets liggen op hetzelfde niveau of, wanneer wij eisen dat het te ontwerpen systeem beter scoort dan de bestaande systemen, hoger.

9.4 De relaties tussen consumer attributes en engineering characteristics

In de body van het House of Quality zijn de relaties weergegeven tussen de consumer attributes en de engineering characteristics. Hieraan zijn de getallen 1,3 of 9 gehangen (3 = zwakke relatie, 9 = sterke). Wanneer er geen getal is gegeven, is er geen sprake van een relatie. De bepaling van deze relaties is vrij intuïtief gedaan in een plenaire sessie. Wanneer onenigheid ontstond over de mate van de relatie, werd na pogingen elkaar te overtuigen van het eigen gelijk, uiteindelijk een getal overeengekomen waar ieder zich in kon vinden.

9.5 Belangrijkheid van engineering characteristics

Direct onder de body staat een rij getallen weergegeven die de belangrijkheid van de engineering characteristic aangeeft. Achter dit getal gaat een formule schuil die de eerder ingevulde waarden meeneemt. Het getal is een weergave van de relatie tussen de engineering characteristics en de consumer attributes, met inachtneming van de wegingsfactoren en sterktes van de relaties die wij eerder in het diagram hebben ingevuld.

Onze House of Quality laat in de categorie belangrijkheid (>90) onder andere de engineering characteristic effectieve klimaatbeheersing zien. Ten eerste was dit vrij verassend dat deze characteristic zo hoog scoort. Daarna werd het snel duidelijk dat deze raakvlakken had met meerdere

consumer attributes. Zoals het optimaliseren van de leefomgeving/klimaat van het dier, maar ook voor de mens.

Als aanvulling hierop expliciet voor één aspect (dier) is de characteristic materialen voorziening voor het dier. Met deze characteristic wordt voorzien in de ethologische behoeften van het dier. Waar men terdege rekening mee moet houden, is dat deze EC zich op een zeer hoog systeemniveau bevindt en hier moet zeker nadere invulling aan gegeven worden (zie hoofdstuk 10). Wat ook hier weer sterk naar voren komt is dat het waarborgen van dierenwelzijn door middel van het voorzien in de ethologische behoeften, zich zeer in de kern van het technische probleem bevindt. Wat in praktische termen neerkomt op dat van de gebruikte materialen tot aan het volledige systeem aangepast moet zijn aan de behoeften en de eisen van het dier. Geïmplementeerde (sub)systemen binnen het overkoepelende zeugen- en biggenhouderijsysteem (voersysteem, drinkvoorziening, functiegebieden) moeten vanuit de wensen, eisen en behoeften worden ontworpen en toegepast. Door aan deze EC te voldoen wordt in hoge mate de wens van de maatschappij voor betere dieromstandigheden gerealiseerd. Dit zal zeker het imago van de sector verbeteren.

Verder komt de EC 'Energiewinning uit mest' op een gedeelde tweede plek. Dat is niet verwonderlijk, omdat het ontwerpteam deze EC als een ontwerpkan ziet binnen een ontwerp contradictie (economie versus het milieu). Door energie te winnen uit mest, wordt mest omgebogen van afval/restproduct naar grotendeels een bron van energie. Daardoor bedient deze EC niet alleen de gebruikerseisen vanuit het C2C-opzicht, maar kan men ook een kans creëren voor duurzame energiewinning, waardoor men de boer kan zien als energieproducent. Zo kan de boer ook een neventak vervullen als energieleverancier, en voorzien in zijn eigen benodigde (duurzame) energie.

Ook is het aantal ingezette arbeidsuren een van de meest belangrijke engineering characteristic. Vrijwel alle technische ingrepen om te voldoen aan de consumer attributes hebben een gevolg voor de arbeidsintensiteit. Met andere woorden: de gevolgen voor arbeidsintensiteit zijn gerelateerd aan het ontwerpen van veel wensen van de gebruiker.

10 Werkwijzen (modes of operation)

10.1 Motivatie van de gebruikte methoden; Functies verzamelen

Eerst hebben we alle functies beschreven in de functie matrix, TechOptimizer en IDEF-0 (hoofdstukken 7 en 8). Deze hebben we verzameld en in een tabel weergegeven (tabel 6). Let op: de ingevulde tabel bevat niet overal functies maar ook steekwoorden die naar een functie refereren.

Tabel 6 (Sub)functies uit de hoofdstukken 7 en 8

Functies uit:	IDEF-0	Functie matrix	TechOptimizer
1	Foerageermateriaal distribueren	Water aan varken bieden	Mestscheidingssysteem
2	Voedsel bereiden en distributie	Grijswater hergebruiken	Ontlast plek
3	Energie genereren	Mineralen hergebruiken	Foerageer plek
4	Scheiden en verwerken mest en urine	Voeren van varkens	Kraamplek
5	Water zuiveren	Gebruik duurzame energie	Rustplek
6	Belichten van huisvesten	Warmte genereren	Foerageer materiaal
7	Metten van stofconcentraties	Communicatie stimuleren varkens	Luchtwater
8	Metten luchtvochtigheid	Interacteren met medewerkers en varken	Klimaatcomputer
9	Metten van gassen (emissie)	Image building	Ventilatiesysteem
10	Ventileren van huisvesting	Diergezondheid bewaken	Klimaatstelsel
11	Koeling van huisvesting	Bewaken stalklimaat	Energiewinstelsel
12	Verwarmen van huisvesting	Bereiden van voer	Voergeefstelsel
13	Laten rusten van varkens	Afvalwater zuiveren	Grijswaterbuffer
14	Ruimte bieden voor werpen (kraamhok)	Scheiden mest en urine	Reinigingsinstallatie
15	Ruimte bieden voor herstel (quarantaine)	Mineralen en organische stoffen winnen uit mest	Lichtinstallatie
16	Ruimte bieden voor mesten en urineren	Mest omzetten in energie	
17	Voeren en laten foerageren / exploreren van varkens	Energie omzetten in omgeving	
18	Laten rusten van varkens	Primaire energie oogsten	
19	Ruimte bieden voor werpen (kraamhok)	Waterbuffer	
20	Werkklimaat beheren	Mestopslag	
21	Faciliteren van dierbehoeften	Voeropslag	
22	Leefklimaat varkens regelen		
23	Beschermen gezondheid		
24	Faciliteren van gedrag repertoire		
25	Faciliteren van voedselbehoeften		
26	Faciliteren van fysieke en fysiologische behoeften		

10.1.1 Subfuncties selecteren

Uit tabel 6 hebben we na een brainstormsessie uiteindelijk tien subfuncties geselecteerd (zie tabel 7). Deze zijn uitvoerig besproken en beargumenteerd en tenslotte unaniem gekozen.

Tabel 7 Overzicht van de gekozen subfuncties

Nummer	Subfunctie
1	Scheiden mest en urine
2	Leefklimaat varkens regelen - licht - lucht - temperatuur - geluid
3	Werkklimaat boer regelen - licht - lucht - temperatuur - geluid
4	Faciliteren van gedrag repertoire - exploreren / fourageren - sociaal gedrag - reproductie - veiligheid / stress
5	Faciliteren van fysieke en fysiologische behoeften - rust / lig comfort - zelfverzorging - bewegingsgemak - thermoregulatie - excretie
6	Faciliteren van voedsel behoeften - water - voer
7	Beschermen gezondheid - hygiëne - mens - dier
8	Duurzame energie winnen
9	Mineralen en organische stoffen winnen
10	Grijswater inzetten

Zoals al eerder is gebruikt in de IDEF-0 van de functieanalyse, hebben we in tabel 7 ook de uiteengezette gedragbehoeften van het varken door Bracke et al. (2001) toegepast. Nummer 4, 5, 6 en 7 in de tabel zijn afgeleiden van de lijst van Bracke et al. en zijn op dit niveau van beschrijving gekozen zodat voldoende geaggregeerd kon worden en geen afzonderlijke behoeften van het varken werden opgesomd. Hierdoor kon een te grote lijst van subfuncties ontstaan. Een beschrijving van 'faciliteren van dierbehoeften' beslaat teveel subfuncties, waardoor de opsomming van werkwijzen (in een later stadium) te veel verwarring en risico voor fouten zou opleveren.

We hebben voor deze tien subfuncties gekozen omdat volgens ons deze de kern van ons technisch probleem beslaan en binnen onze systeemgrenzen vallen. Deze zijn dus: het voldoen aan de behoeften van het dier, voldoen aan de behoeften van de boer, voldoende inkomen genereren, en voldoen aan duurzaam en C2C functioneren van het systeem. Verder zijn er voorwaarden en eisen gesteld aan de systemen buiten onze oplossing, deze komen dus niet terug in de opsomming van werkwijzen.

10.2 Zoeken naar mogelijke werkwijzen

Door gebruik te maken van een brainstormsessie met het ontwerpteam zijn de subfuncties puntsgewijs besproken en ideeën uitgewisseld. Hierna zijn de subfuncties verdeeld om individueel de functies visueel uit te werken en in het morfologisch diagram te plaatsen.

We hebben voor een brainstormsessie gekozen omdat deze intuïtieve methode fantasierijke invallen en creatieve prestaties toestaat, waarbij geen kritiek wordt toegestaan. Aangezien het hier om een divergente fase gaat (zoeken naar werkwijzen) is de kwantiteit die deze methode oplevert een voordeel.

Bovendien is in deze divergerende fase gebruik gemaakt van de expertise van bestaande relaties met experts (Bert van 't Ooster, Onno van Eijk en Francien de Jonge) om de aanwezige kennis van het ontwerpteam aan te vullen en te versterken.

Ook is de meest conventionele discursieve methode van de analogieën toegepast omdat tegenwoordig veel gebruik wordt gemaakt van duurzaam bouwen bij particuliere woningen. Dit geldt ook voor de hondenindustrie waar veel innovatieve oplossingen worden gegenereerd voor het beloond exploreren van materiaal. Door de hoge aanwezige kennis over de sector van kas en tuinteelt, is deze sector ook als analogie gebruikt. Deze innovatieve bestaande oplossingen zijn iteratief aangepast om op die manier tot een betere (en toepasbare) oplossing te komen voor ons ontwerpprobleem.

10.2.1 Het morfologisch diagram

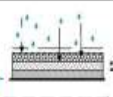
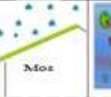
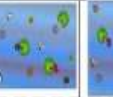
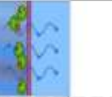
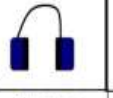
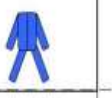
Om vanuit de brainstormsessie tot visueel geprojecteerde werkwijzen te komen is de Espace patent database en het internet doorzocht en zijn er ook zelf werkwijzen getekend. In bijlage 6 zijn de werkwijzen toegelicht waar nodig; nummers representeren de nummering van het morfologisch diagram. Geraadpleegde bronnen zijn als referentie toegevoegd. Het morfologisch diagram waarin de oplossing in pictogrammen zijn weergegeven staat in figuur 7.

Figuur 7 Morfologisch diagram van de gevonden werkwijzen uitgezet tegen de geformuleerde functies

Morphologic chart									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									

14

15

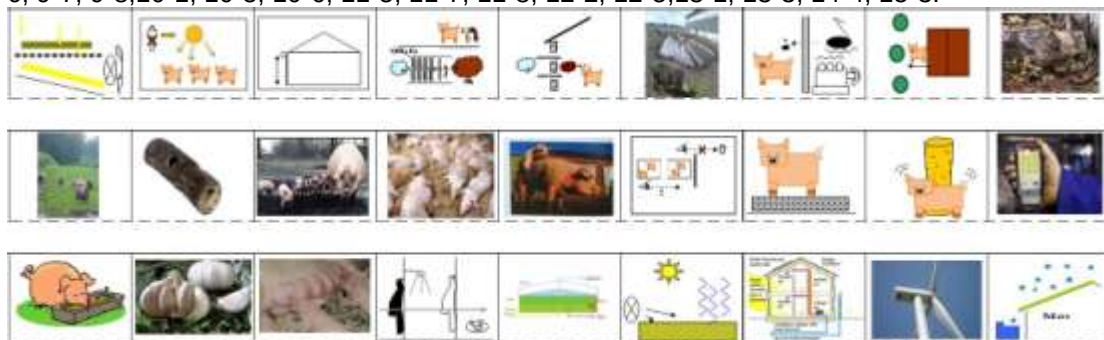
Morphologic chart – part 2								
Opgevoerd: inzetten								
	Regenwater winning	Fibering (sand) filter	Hollow fiber filter	Secundair	Biologische zuivering	Membran filter	Description	Description
Leefstijl: bescherming								
	Gas/vapoor mask	Oorbescherming	Bodybescherming	Description	Description	Description	Description	Description

door het concentrator zonnepaneel te koelen; dit warme koelwater gaat eerst langs het kraamhok waar door vloerverwarming warmteafgifte plaatsvindt. Het dan lauwe water wordt in een tweede warmtewisselaar in de vloer onder de foerageerplek voor de zeug geleid. Het geluid van machines wordt geïsoleerd.

Het faciliteren van gedragrepertoire wordt ondervangen door het plaatsen van eiken langs de uitloop. De dieren eten de eikels en het snoei- of afvalmateriaal kan de zeug inzetten als nestmateriaal. Ieder hok in de huisvesting biedt plaats aan een aantal niet-dragende zeugen en gelten tot een groeps grootte waar citylife ontstaat. Dragende zeugen met een toom biggen verblijven in de kraamkamer waar de zeug uit kan en de biggen door een verhoogde opstap worden binnengehouden. De kraamkamer is verlaagd en beter geïsoleerd om de warmte langer vast te houden. In de kraamkamer en in het grote verblijf is foeragemateriaal aanwezig voor een zachte en wroetbare ondergrond. En zijn watnippels en grote troggen voor gesynchroniseerd eten. De hokken worden gereinigd met een stoomreiniger en de dieren krijgen knoflook bijgevoerd om hun weerbaarder te maken tegen bacteriologische infecties. Op het dak draagt een zonnepaneel bij aan de elektrische energievoorziening en warm water voor verwarming. Regenwater wordt opgevangen en door een helofytenfilter geleid net zoals het vervuilde water uit het verblijf. In bijlage 9 zijn situatieschetsen weergegeven van dit systeem.

11.3 Systeem 3: “Natuurlijk welzijn”

Bestaat uit elementen: 1-4, 2-4, 2-6, 3-3, 3-6, 4-6, 6-3, 7-1, 7-2, 7-5, 7-6, 7-7, 7-8, 8-1, 8-2, 8-3, 8-5, 8-6, 9-7, 9-8, 10-1, 10-5, 10-6, 11-5, 11-7, 11-8, 12-2, 12-5, 13-1, 13-3, 14-4, 15-3.



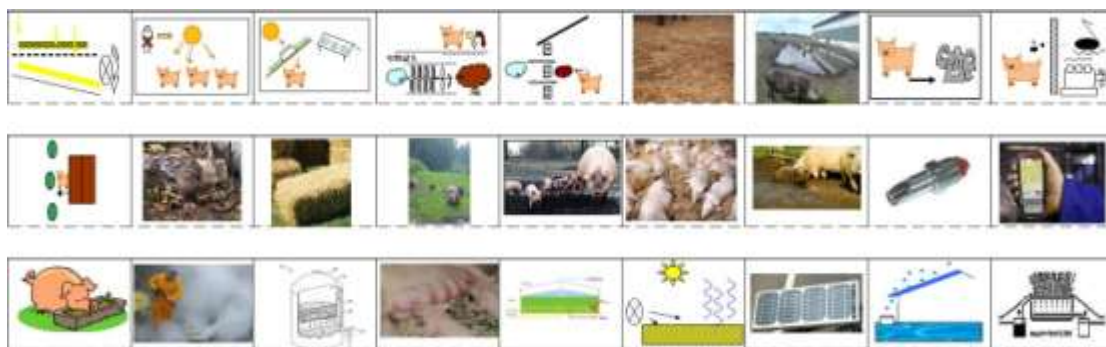
‘Natuurlijk’ is een kernwoord in dit concept: gebruik van natuurlijke hulpbronnen, natuurlijke uitstraling, natuurlijk gedrag van varkens, natuurlijk werken voor de boer. Dit ‘natuurlijke’ concept wordt mogelijk gemaakt, ondersteund en bereikt door technische innovatie. De oplossing past mooi in het landschap en heeft een ‘natuurlijk’ imago. Het concept is onder andere volledig ingericht om de behoeften en eisen van de varkens te ondersteunen. Door grote (verborgen) automatisering is de werkdruk aanzienlijk verminderd voor de boer en de kwaliteit van de arbeid verhoogd. Hierdoor heeft de boer meer aandacht voor het individuele dier, wat weer bevorderend werkt voor het verhogen van de (biggen)productie. De taken van de boer worden in dit concept weer teruggebracht naar het ‘traditioneel’ houden van zijn/haar dieren.

Het natuurlijk welzijnconcept is een familiehuusvesting met weidegang. De huisvesting samen met de uitloop bestaat uit verschillende functiegebieden: voeder/foerageer/exploreerruimte, excretieruimte, kraamruimte, speelruimte voor biggen, rust/ligruimte, voldoende ruime looplijnen, uitloop in de vorm van weidegang. In het aparte functiegebied voor mesten (de excretieplek) wordt direct de dunne fractie van de dikke fractie gescheiden door een gedeeltelijk open vloer met een onderlaag met zuigende werking. Verder zit er een luchtwater onder de excretieruimte. Hierdoor ontstaat minder ammoniakemissie (voorkomen van drijfmest en het wassen van de lucht) en kan een transparante behuizing toegepast worden in de vorm van drijfgaas of oprolbare gevels. Deze transparante/open behuizing heeft grote toegang tot daglicht en maakt (zoveel mogelijk) gebruik van natuurlijk licht in plaats van kunstlicht. Bovendien kan men op deze manier gebruik maken van natuurlijke ventilatie, windzuiging. De dikke fractie, bevindend op bovenlaag van excretieplek, wordt samen met ‘foerageer’-materiaal/substraat vergist. Dit levert biogas op om energie mee op te wekken en levert mineralen op. De dunne fractie wordt ingedampt met behulp van mechanische damprecompressie die een N-concentraat, effluent en een kaliumrijke restfractie oplevert. Indampen kan plaatsvinden door de warmtewisselaar te gebruiken, die ook leidingen heeft lopen onder de biggenplek met warm water (voor een comfortabel microklimaat) en het afgekoelde water loopt onder de vloer waar verkoeling nodig is. De distributie van de dikke mestfractie vindt plaats door een geautomatiseerde

wordt het gezuiverd voor hergebruik. De houderij wordt gereinigd door gebruik van stoom en colloïdaal zilver dat niet schadelijk is voor de kwaliteit van het grijswater en bovendien waterbesparend is. De verblijfsruimten worden voorzien van strooisel/foerageermateriaal, met uitzondering van de excretieplek die bestaat uit een semigesloten vloer waardoor de urine snel wordt afgevoerd. Dit kan snel gebeuren doordat onder de vloer een onderdruk gecreëerd wordt door een luchtwasser. De urine wordt vervolgens opgeslagen in een vacuümzak of ruimte met onderdruk om langzaam in te dampen. Men kan dan de urine zodanig verwerken dat het vermarkt kan worden als hoogwaardige kunstmest. De dikke mestfractie wordt met behulp van een trage mestschuif afgevoerd naar een kelder voor vergisting in een vergister. Deze vergister levert energie die men kan verkopen en van de mest blijven organisch materiaal en mineralen over die men als hoogwaardig mestproduct kan vermarkten. De excretieplek zit ver van de rust- en voerplek van de varkens, tegen de zijkant van het gebouw. Aan de andere kant van de gevel is een uitloop gesitueerd die ook voorzien is van een excretieplek. Deze plek deelt het afvoersysteem met de inpandige excretieplek. De uitloop bestaat verder uit een harde ondergrond met daarop zand. Hierin kunnen de varkens wroeten en exploreren. Er is geen weidegang. Water en voer worden verstrekt door volledig geautomatiseerde systemen. Om de varkens beloond te kunnen fourageren zullen naast het voer in voerstations ook elementen aanwezig zijn gevuld met snacks die het varken aanzetten tot 'werken' alvorens te kunnen eten.

11.5 Systeem 5: "Pigs paradise"

Bestaat uit elementen: 1-4, 2-4, 2-5, 3-3, 3-6, 4-1, 4-6, 5-4, 6-3, 7-1, 7-2, 7-4, 7-5, 8-1, 8-2, 9-2, 10-2, 10-6, 11-1, 11-5, 11-7, 12-2, 12-5, 13-4, 14-1, 14-3, 15-3.



Pigs paradise is een deels in de grond gelegen rond onderkomen voor zeugen en biggen, waarbij een deel open is en eventueel voorzien van windbreekgaas/transparant oprolbaar gevelmateriaal. Het dak is begroeid met gras en ook toegankelijk voor de varkens. De zonnepanelen op het dak fungeren tevens als 'bomen' die schaduw bieden aan de varkens wanneer zij zich op het dak begeven. De gesloten kanten van het onderkomen zijn goed geïsoleerd doordat ze 'in de grond zitten'. Dankzij de goede isolatie kost het minder energie om in deze delen een microklimaat te creëren voor kleinere ruimtes van de kraamkamers, de biggen nesten. Het microklimaat wordt geregeld door warmte gewonnen uit zonne-energie en mestvergisting, toegepast in de vorm van vloerverwarming. De lichtkoepels op het dak voorzien de ruimte van daglicht. Deze 'vensters' verzorgen tevens een natuurlijke ventilatie. Naarmate de biggen ouder worden, kruipen ze steeds verder het nest uit, op weg naar de uitloop. In eerste instantie kunnen de biggen alleen in de uitloop van de kraamkamers komen. Een hoge drempel voorkomt dat de biggen in de centrale ruimte kunnen komen bij de zeugen en gelten. Pas na enige tijd, wanneer de biggen oud en sterk genoeg zijn, kunnen ze over de drempel komen bij de oudere varkens. De huisvesting van drachtige zeugen en gelten, oudere biggen en guster zeugen is vooral in het midden van het onderkomen en waar de opening naar buiten is. In de ruimte voor de zeugen en gelten hoeft de temperatuur minder hoog te zijn. De open gevel en de natuurlijke ventilatie zorgen voor verkoeling, evenals het onderkomen dat deels in de grond zit (isolatie bovenop en koelte uit de grond). De zeugen en biggen zijn gehuisvest in groepen volgens het familiestalprincipe. De ruimte is groot genoeg voor circa 70 zeugen. Bij deze groepsgrootte ontstaat citylife en zullen de zeugen elkaar niet hinderen. Gekozen is voor meerdere voer- en waterbakken aan de buitenkant van de fourageer/rustruimte. Hierdoor kunnen varkens synchroon eten en drinken. Het voer bevat toevoegingen als knoflook (natuurlijk antibioticum) en cichoreiwortel, goed voor de algehele toestand van de zeug en dit voorkomt bovendien berengeur. In de middenruimte zal de bodem bedekt zijn met wroetbaar foerageermateriaal en zijn enkele schuurpalen aanwezig. De open voorkant geeft de varkens de mogelijkheid naar buiten te lopen in een uitloop die natuurlijk aangeplant is met onder andere eikenbomen en aardperen. Het begroeide

dak boven het 'gebouw' maakt ook deel uit van de uitloop.

Een deel van het onderkomen, op de grens van onderkomen en uitloop, wordt ingericht als excretieplek.

Deze plek is ver genoeg van de voerplekken en voorzien van een semigesloten vloer met daaronder een urineafvoersysteem. De urine wordt door onderdruk (gecreëerd door een luchtwasser) afgezogen en opgevangen in een vacuüm 'zak' of ruimte met onderdruk, waar de urine vervolgens ingedampt kan worden en verwerkt tot een hoogwaardig 'kunstmest'product. De dikke fractie van de mest wordt afgeschoven in een mestkelder om te worden vergist in een mestvergister. Deze vergister levert energie voor de vergister zelf en voor verwarming van de biggen en andere processen in het systeem die energie gebruiken. Het digestaat uit de vergister wordt als organische stof en mineralen afgezet als hoogwaardige mestproducten. Doordat de urine direct van de mest wordt gescheiden en bovendien koel wordt opgevangen, vindt er geen of nauwelijks ammoniakemissie plaats.

Regenwater wordt opgevangen in spaarbekkens met helofytenfilter. Deze bekkens liggen aan de voet van het onderkomen. Door het hellende dak kan het water eenvoudig afgevoerd worden naar de spaarbekkens. In deze bekkens komt ook het grijswater terecht om gezuiverd en hergebruikt te worden. Grijswater is vooral afkomstig van de reiniging van het houderijsysteem. De reiniging gebeurt met stoomreiniging, gecombineerd met colloïdaal zilver dat desinfecteert. Colloïdaal zilver is niet schadelijk en kan daarom afgevoerd worden naar de spaarbekkens. De buitenste ring van het onderkomen is een gangpad, waartoe de boer via een hygiënesluis toegang heeft. Vanuit deze ring heeft de boer goed zicht op met name de kraamplekken en biggennesten. Ook de overige verblijfsruimtes van de varkens zijn te bereiken via dit gangpad.

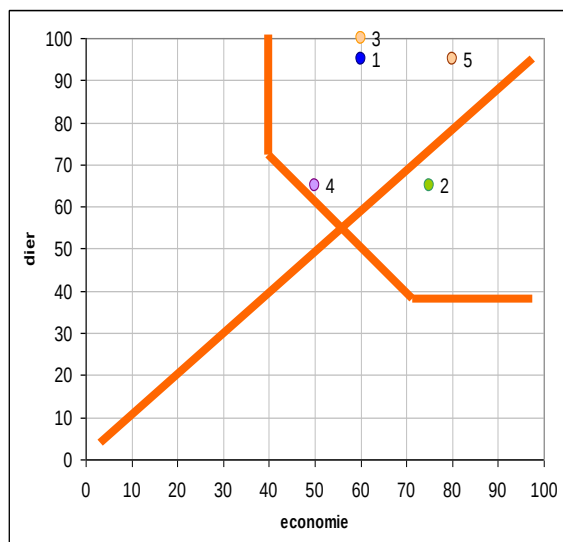
12 Beoordeling alternatieve concepten

Nadat elke expert van het ontwerpteam meerdere concepten had gegenereerd (hoofdstuk 11), zijn deze ingevuld in het formulier om de alternatieven te beoordelen. Criteria om op te waarderen (eisen) zijn afgeleid van de House of Quality en het Programma van Eisen. Deze criteria zijn zodanig gekozen om alle aspecten te representeren, zodat de beoordeling van de concepten op verschillende aspecten kon plaatsvinden. Welke alternatieven zijn sterk op welk aspect en welke heeft alle aspecten goed genoeg geïntegreerd om zo te voldoen aan de overkoepelende eis van de opdrachtgever (integraal duurzaamheid). Om verder onderscheid te creëren tussen de vijf concepten in de uiteindelijke beoordeling is gebruik gemaakt van de volledige range van de waarden (1-4), zowel horizontaal (tussen de concepten) als verticaal (binnen het concept). Hieronder geven we de beoordeling van de vijf alternatieve concepten (tabel 8).

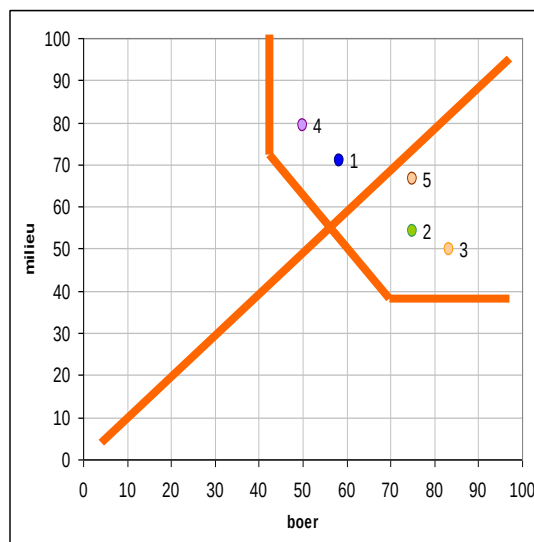
12.1 Kesselring diagrammen

Er zijn in totaal twee Kesselring diagrammen gemaakt. Deze zijn gebaseerd op twee grote tegenstrijdigheden terugkomend op de (ontwerp)weg naar een integraal duurzaam zeugen en biggen houderijsysteem. Hiervoor zijn de vier aspecten economie, boer, dier en milieu gebruikt. Kesselring 1 zet economie tegen het dier af en in Kesselring 2 de boer tegen het milieu (zie figuur 8).

Figuur 8 Kesselring diagram 1



Kesselring diagram 2



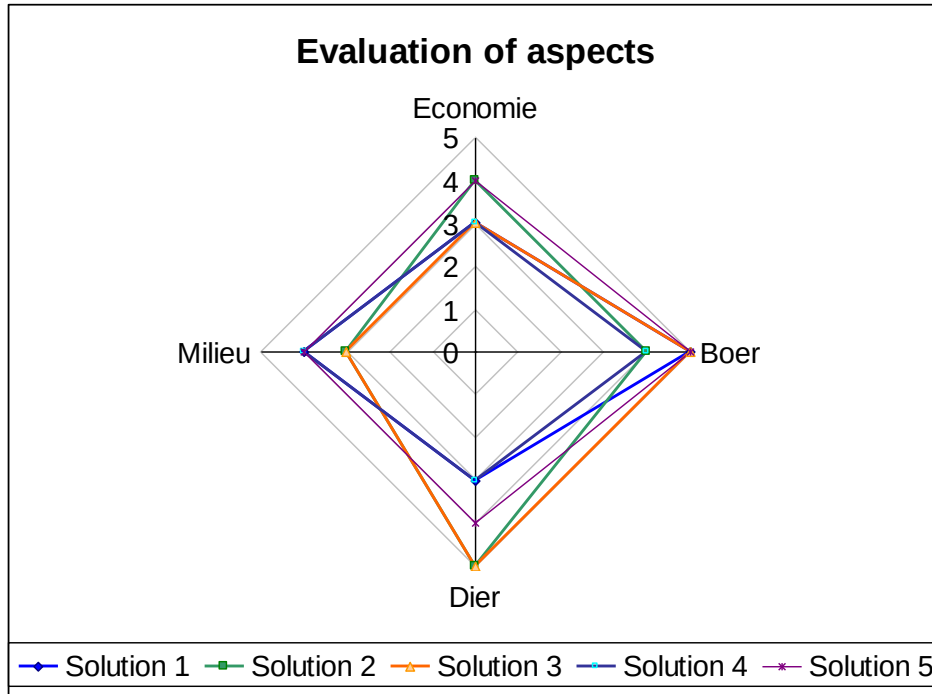
Tabel 8 Beoordeling van de alternatieve structuren

				Solution Variants											
				1: De kleine eik		2: Biggetjes centraal		3: Natuurlijk Welzijn		4: High-tech		5: Pigs paradise		Ideal	
				Zie hoofdstuk 9 voor beschrijving		Zie hoofdstuk 9 voor beschrijving		Zie hoofdstuk 9 voor beschrijving		Zie hoofdstuk 9 voor beschrijving		Zie hoofdstuk 9 voor beschrijving			
Criteria for Assessment (Reg).	Aspect	Category	Weighing factor	Ass.	Score	Ass.	Score	Ass.	Score	Ass.	Score	Ass.	Score	Ass.	Score
Levensduur van zeugenopfok systeem	economie	EC	2	2	4	4	8	2	4	1	2	3	6	4	8
Investeren benodigd voor zeugenopfok systeem	economie	CA	2	4	8	3	6	1	2	1	2	2	4	4	8
Lage onderhoudskosten	economie	EC	2	3	6	1	2	3	6	2	4	4	8	4	8
Schaalbaarheid van zeugenopfok systeem	economie	EC	2	1	2	3	6	2	4	2	4	4	8	4	8
Geproduceerde mest kunnen verwerken	economie	EC	2	2	4	4	8	4	8	4	8	3	6	4	8
Kleinste unit te managen binnen een gezin	boer	CA	1	4	4	2	2	4	4	1	1	3	3	4	4
Voldoende inkomen genereren	boer	CA	3	1	3	4	12	2	6	2	6	3	9	4	12
Ergonomisch verantwoord	boer	CA	2	2	4	3	6	4	8	3	6	3	6	4	8
					0		0		0		0		0	4	0
Leefomgeving/klimaat big optimaal	dier	CA	2	3	6	2	4	4	8	1	2	4	8	4	8
Leefomgeving/klimaat zeugen/gelten optimaal	dier	CA	3	4	12	2	6	4	12	3	9	4	12	4	12
Indeling naar verschillende functiegebieden	dier	EC	2	4	8	3	6	4	8	3	6	3	6	4	8
In hoge mate voorzien van ethologische behoeften big	dier	CA	3	4	12	3	9	4	12	3	9	4	12	4	12
In hoge mate voorzien van ethologische behoeften zeugen/gelten	dier	CA	3	4	12	3	9	4	12	3	9	4	12	4	12
					0		0		0		0		0	4	0
Gebruikmaken van duurzame materialen	milieu	CA	1	4	4	1	1	3	3	2	2	4	4	4	4
Hergebruiken van materialen	milieu	CA	2	2	4	3	6	1	2	3	6	2	4	4	8
Gebruikmaken van voldoende grijswater	milieu	EC	2	4	8	1	2	2	4	4	8	4	8	4	8
Opwekken van voldoende duurzame energie	milieu	EC	2	1	2	4	8	2	4	4	8	3	6	4	8
Zo min mogelijk afvalproducten	milieu	CA	2	4	8	3	6	2	4	3	6	1	2	4	8
Zo min mogelijk emissie	milieu	CA	2	2	4	1	2	2	4	3	6	2	4	4	8
Total Score:				115		109		115		104		128		160	
Relative Score (%):				71,9		68,1		71,9		65,0		80,0		100	

12.2 Radarplot

In de radarplot zijn de vijf oplossingen visueel uitgezet (figuur 9). Ook hier is gekozen voor de vier aspecten die binnen deze waardebeoordeling fase zijn gebruikt.

Figuur 9 Radar plot



12.3 Eindoordeel beoordeling alternatieve concepten

Hoewel het einddoel uit een volledig integraal duurzaam concept voor de zeugen- en biggenhouderij bestaat, is dit niet makkelijk te bereiken. De verschillende concepten (ontstaan uit verschillende disciplines) variëren behoorlijk op de belangrijkste aspecten van het te ontwerpen systeem. In deze fase is het goed te zien waar de verschillende kansen (ontwerpcontradicties) liggen, zoals dier versus economie en dier versus milieu.

Zoals te zien is in tabel 8 voor de beoordeling van de alternatieven wordt oplossing 5 (Pigs Paradise) het hoogst gewaardeerd. Ook komt concept 5 in de twee Kesselring diagrammen het meest in de buurt van de oranje pijl rechts bovenin. En uiteindelijk is in de radarplot goed te zien dat alternatief 5 de buitenste randen van de plot aanraakt. Met behulp van deze beoordelingmethoden hebben wij als team van experts unaniem gekozen voor oplossing 5. Gezien deze de belangrijke en diverse aspecten binnen het systeem het beste bedient en overkoepelend aanvullend rekening houdt met de (acceptatie door de) maatschappij.

13 CAD; Ontwerp van een integraal duurzaam zeugenhouderij systeem

Nadat de vijf structuren gekozen en opgesteld uit het morfologische diagram zijn gewogen met de Kesseling methode is structuur 5 “Pigs paradise” uitgewerkt tot een 3D CAD tekening. Om het ontwerp te kunnen dimensioneren zijn een aantal verkennende berekeningen uitgevoerd naar de meest belangrijke eisen uit de brief of requirements (Hoofdstuk 7). De meeste informatie is overgenomen uit ‘Energie in de varkensketen maart’, 2006 K.J. Kramer, R. Hoste en H.J. van Dooren LEI, P-ASG, Wageningen UR. Waar nodig zijn in de verdere tekst de bronnen vermeld.

13.1 Energiestromen

Om te kunnen bepalen hoe groot de energiestromen in Pig paradise zijn, hebben we als uitgangspunt het huidige energieverbruik in de zeugenhouderij genomen.

Tabel 9 Energiegebruik in de zeugenhouderij

Energiepost	Verbruik MJ/zeug/jaar
Aardgas	2899
Elektriciteit	1738
Transportbrandstoffen voor mestafzet	69
Transportbrandstoffen voor destructie	23
Totaal	4728

Het totale verbruik van 4728 MJ per zeug is omgerekend 205 MJ per gemiddeld vleesvarken per jaar. Dit verbruik is gebaseerd op diverse literatuurbronnen van verbruikscijfers als Hoste (1995) en Praktijkkompas (2004). We beschrijven hieronder diverse vormen van energiegebruik.

13.2 Energieverbruik in de toekomst

Transport

De transportbrandstoffen dragen maar voor een klein deel bij aan de totale verbruikte energiehoeveelheid. Het verkorten van de transportafstanden dragen daardoor weinig bij aan het verlagen van de totale energieopname.

Ventilatie

Er zijn diverse ventilatiesystemen. In de kraamstal is de mestpanventilatie voordeliger dan plafondventilatie. Ook wordt bij plafondventilatie meer gas verbruikt voor verwarming. Het zuinigste systeem bij de biggen is plafondventilatie. Bij de dragende zeugen is grondkanaalventilatie het zuinigst. In de Brief of requirements is aangegeven dat het wenselijk is de ruimten in te richten naar functie. Dit geeft de mogelijkheid om ook de inzet van aparte ventilatiesystemen te realiseren voor zeug en big. Het gebruik van een frequentieregelaar kan tot 30% energie besparen op het ventilatiesysteem. (www.ventilec.be). Daarnaast wordt het meest zuinige systeem ingezet naar gebruikersruimte voor zeug of big. Aangenomen wordt dat op ventilatie in totaal 60% energie bespaard kan worden in 2023.

Biggenlampen

Biggenlampen zijn grote energiegebruikers, met 30% van het elektriciteitsverbruik in de zeugenhouderij. Men gebruikt biggenlampen om plaatselijk de ruimte voor de pasgeboren biggen te verwarmen. Uit Hoste (1995) en Praktijkkompas (maart 2004) blijkt dat lampen tussen de 5 en 7 dagen branden. De jaarlijkse kosten van het elektriciteitsverbruik door biggenlampen ligt tussen de € 5,40 en € 6,50 per zeug. Inmiddels zijn er nieuwe technieken op de markt die dit energiegebruik kunnen reduceren, zoals een biggenlampdimmer. Deze biggenlampdimmer is niet overal inzetbaar, maar waar toegepast kan dit resulteren in een besparing van 50%, zo blijkt uit proeven op het praktijkcentrum in Sterksel. Vloerverwarming met warm water verdient energetisch echter de voorkeur boven de biggenlamp (nieuwsbrief energiebesparing januari 2003), dit levert een grotere energiebesparing. In de Brief of requirements zijn “energieverlies voorkomen” en “temperatuur omgeving varken” opgenomen waar na uitwerking in het morfologisch diagram gelet moet worden om het inzetten van warmte in het biggenverblijf zo efficiënt mogelijk te doen.

Door deze ruimte te isoleren, klein te houden en eventueel vloerverwarming in te zetten, wordt geschat dat men het energieverbruik in 2023 tot 50% kan terugbrengen ten opzichte van 2006.

Verlichting

Het elektriciteitsverbruik voor verlichting op een zeugenbedrijf bedraagt 22 kWh per zeug per jaar (Energietelling op praktijkcentrum Sterksel; van Dooren, december 2004). Hoste kwam in 1995 op een vergelijkbaar verbruik van 20 kWh per zeug per jaar uit. Besparing is mogelijk door de lampen korter te laten branden. Per uur dat lampen in de vermeerdering korter branden, bedraagt de besparing € 0,60. Besparing kan ook door een juiste plaats van de lampen. Hiermee kan men hetzelfde verlichtingsniveau bereiken met minder kosten. In de Brief of requirements zijn de eisen opgenomen: zo min mogelijk materialen gebruiken uit een eindige bron, energieverlies voorkomen en duurzame energie gebruiken. Na vertaling in het morfologisch diagram kan dit betekenen dat er meer transparante dakbedekking wordt gebruikt om meer daglicht toe te laten. Hierdoor kan men fors besparen op het energieverbruik door verlichting. Ook de ontwikkeling in LED-verlichting zal in 2023 een volwassen stadium hebben bereikt. Verwacht wordt dat men 80% kan besparen op energieverbruik voor verlichting.

Verwarming

Het gasverbruik ligt op circa 90 m³ per zeug per jaar, vooral in de kraamstal en eventueel de afdelingen voor gespeende biggen. De kosten van energie per zeug bedragen € 53,30. Dat komt overeenkomt met 3% van de totaalkosten per zeug per jaar. Energiebesparing zal hiermee geen grote prioriteit hebben op een varkensbedrijf. Pas bij nieuwe investeringen is het voor een varkenshouder interessant om rekening te houden met energiebesparingen. Dit zal bij invoering van het nieuwe systeem ruimte geven voor efficiëntere verwarmingssystemen. Met name komen systemen die nu in opkomst zijn dan aan bod zoals aquifers, warmtewisselaars met warmtepompen, gekoelde zonnepanelen e.d. Men verwacht dat in 2023 50% aan energie bespaard kan worden op verwarming.

Tabel 10 Energieverbruik van stalonderdelen

Energieverbruiker	Verbruik in 2006 MJ/zeug/jaar	Verwachte besparing %	Benodigd in 2023 MJ
Ventilatie(1)	(700 x 3,6)/120= 21	60	8,4
Biggenlampen	30% van 1800=600	50	300
Verlichting	20 x 3,6=72	80	14,4
Verwarming	90 x 4 =360	50	180
Totaal			503 MJ/zeug/jaar

(1 kWh = 3.6 MJ), www.infomil.nl . 1 m³ aardgas = 10,54 kWh = 0,038 GJ www.opgewekt.nu . (1) [http://www.innovatiesteunpunt.be/Hosting/innovatie/site.nsf/0/0F702D6AD93D74B4C125740F00379D8B/\\$file/39.%20Energiezuinig%20ventilatie%20%20in%20de%20veehouderij.pdf](http://www.innovatiesteunpunt.be/Hosting/innovatie/site.nsf/0/0F702D6AD93D74B4C125740F00379D8B/$file/39.%20Energiezuinig%20ventilatie%20%20in%20de%20veehouderij.pdf) (het verbruik is 700 kwh per 120 dieren per jaar).

Energie uit mest door vergisting

Bij de vergisting van één kubieke meter zeugenmest komt 18 m³ biogas vrij. <http://www.mestverwerken.wur.nl/> Grofweg kan men zeggen dat uit 1 m³ biogas 4 kWh geproduceerd kan worden. http://www.biogas-e.be/Vergisting/Eindproducten/Energie_uit_biogas.htm

Tabel 11 Mestproductie naar functie

Mestproductie van	m ³ per dierplaats/ jaar
Zogende zeugen met biggen	5,8
Zeugen zonder biggen	2,9
Gespeende biggen	0,6
Dekbeer	3,2

<http://www.emis.vito.be/AFSS/fiches/afvalinfobladen/Mest.pdf>

Bij de berekening met de Excel "pigfarm application" (waarvan het resultaat in bijlage 10 is weergegeven) is er vanuit gegaan dat de verblijfperiode van de big bij de moederzeug 70 dagen is,

waardoor de farrowing index ongeveer op 1,8 komt. De zeug heeft dan $70 \times 1,8 = 126$ dagen biggen en $365 - 126 = 239$ geen biggen.

Een zeug produceert dan per jaar $(126/365) \times 5,9 + (239/365) \times 2,9 = 3,95 =$ ongeveer 4 m^3 mest.

Hiermee kan $(4 \times 18) = 72 \text{ m}^3$ biogas geproduceerd worden waarmee $(72 \times 4 \times 3,6) = 1037 \text{ MJ}$ energie opgewekt kan worden. Dit is ruim voldoende om in 2023 de houderij van energie te voorzien. De vergister van Pig paradise zal naar energiebehoefte worden ontworpen. De afvalwarmte van de verbrandingsmotor wordt ingezet om de biggenverblijven te verwarmen, de opgewekte elektriciteit om het mestverwerkingsysteem aan te drijven.

Grote van mestverwerkingscapaciteit

Voor het winnen van energie uit mest moet de verwerkingscapaciteit voldoende zijn om het aanbod om te zetten naar energie. Met een productie van 4 m^3 per zeug per jaar en een voor nu aangenomen groeps-grote van 70 zeugen (citylife) zal de dagelijkse verwerking per groep moeten zijn: $(4 \times 70)/365 = 0,75 \text{ m}^3$. De grootte van de mest/urinescheiders zal gedimensioneerd worden naar dit aanbod.

Windenergiesituatie in Nederland

In Nederland worden in de westelijke en noordelijke kustgebieden vermogens gerealiseerd van 800 - 1200 kWh/jaar per m^2 rotoroppervlak. Meer landinwaarts is de opbrengst lager: 500 - 800 kWh/jaar per m^2 . Dit gemiddelde vermogen per m^2 zal naar verwachting door technische ontwikkelingen nauwelijks nog toenemen.

http://nl.wikipedia.org/wiki/Windenergie#Windmolens_en_windturbines.

In 2023 is ongeveer 503 MJ/zeug/jaar benodigd wat gelijk staat aan $(550/3,6) = 140 \text{ kWh/zeug}$ per jaar. Dit is om te rekenen naar m^2 windmolenoppervlak door: $140/500 = 0,28 \text{ m}^2$ molen. Voor een verblijf met 300 zeugen wordt dat $(300 \times 0,28) = 84 \text{ m}^2$. Dit is een molen met een wiekdiameter van $(84/\pi) = 26,8 \text{ m}$. Bij deze berekening is nog niet aangenomen dat de windmolen op het bedrijf wellicht op een ongunstige plek in het landschap staat en bij de berekening uit Wikipedia is uitgegaan van een masthoogte van ongeveer 50 meter. Waarschijnlijk moet de wiekdiameter fors toenemen om het gewenste doel van 503 MJ/zeug/jaar te halen. Door het benodigde wiekoppervlak zal de windmolen niet worden toegepast in Pig paradise.

Zonne-energie in Nederland

Een zonnepaneel kost ongeveer € 550,- per 100 Wp (Watt piek) (prijsspeil 2008). Een PV-paneel levert in Nederland per 100 Wp op jaarbasis circa 85 kWh. Elektriciteit kost € 0,23 per kWh (NL, 2008).

<http://nl.wikipedia.org/wiki/Zonnepaneel> Er is per zeug 140 kWh per jaar nodig. Dat betekent dat er $(140/85) \times 100 = 164 \text{ Wp}$ benodigd is per zeug. De leverancier <http://www.esdec.nl/dhz.htm> heeft de volgende kengetallen voor zonnepanelen: $350 \text{ wp} = 2,56 \text{ m}^2$. Dat betekent dat er per zeug $(164/350) \times 2,56 = 1,2 \text{ m}^2$ zonnepaneel nodig is. Op een verblijf met 70 zeugen is dat 84 m^2 . Op het dak van Pig paradise zal een dergelijk oppervlak opgenomen worden.

Kosten en baten mestvergisting, wind- en zonne-energie

In een studie van ASG, "Groene Energie Uit Koeien Mest" (Veeteelt, april 2005) is op te maken uit een samenvatting dat de baten van een 500 m^3 vergister op € 27.000,- liggen en de kosten op € 47.000,- per jaar. Alleen zeer grote installaties kunnen uit met een capaciteit van 800 m^3 . De aandelen arbeid en onderhoud zijn bij kleine installaties nog niet in balans.

Er is veel discussie over het wel of niet subsidiëren van alternatieve energiebronnen. Het mag duidelijk zijn dat er nieuwe gevonden zullen worden en de bestaande sterk verbeterd, omdat de fossiele brandstofschaarste daar ons toe dwingt. In deze studie gaan we ervan uit dat technieken verbeteren en in kleinschalige vorm economisch lonend is (in ieder geval energie uit kunnen halen en dat de kosten tegen de baten wegvallen).

Waterverbruik

Uit KWIN 2007-2008 Veehouderij, blijkt dat de jaarlijkse kosten voor water voor de zeug € 6,- bedraagt. Dit komt neer op ongeveer 6 m^3 , want de kostprijs voor water bedraagt ongeveer € 1,10. Dit is inclusief water voor het schoonmaken van de hokken. Het toegepaste helofytenfilter moet aan deze vraag voldoen en gedimensioneerd worden naar gelang de vraag.

Oppervlakte verblijven

Bron: www.biologischeveerhouderij.nl/biobieb/digitaalhandboek/

In tabel 12 staan de voor de huidige biologische zeugenhouderij geldende minimale afmetingen.

Tabel 12 Oppervlakten varkensverblijf naar functie

Kraamhok inclusief uitloop zeug	2 x 3,75 m
Kraamhok binnenruimte	2 x 2 m
Binnenruimte guste en drachtige zeugen	2,5 m ²
Buitenruimte guste en drachtige zeugen	1,9 m ²
Binnenruimte gelten	3,5 m ²
Excretie ruimte, minimaal lengte van volwassen zeug	1,5 m

De ruimten in Pig paradise zijn ontworpen en bemaat naar bovenstaande getallen.

Verbruik van stro en foerageermateriaal

Bron: www.biologischeveerhouderij.nl/biobieb/digitaalhandboek/

Voor de huidige biologische zeugenhouderij gelden de volgende minimale hoeveelheden:

Het jaarverbruik stro ligt tussen de 200 en 500 kilo. Dat is 0,5 tot 1,5 kg stro per zeug per dag.

13.3 Kosten**Stijging loonkosten en algemene kostprijzen**

Met een stijging van 2% per jaar zal een modaal inkomen in 2023 ongeveer € 42.000,- zijn. De ontwikkeling van de kostprijs van middelen is moeilijk te voorspellen. Bekend is dat fossiele brandstof en delfstoffen als maar schaarser worden; dit zal de prijs van alle goederen behoorlijk opdrijven. Op het internet is zeer uiteenlopende, maar geen sluitende analyse te vinden (na een verkenning van 1 uur) over hoe het in de toekomst zich gaat ontwikkelen. Aangenomen wordt dat de prijzen voor brandstof met 5% per jaar stijgen en de kostprijs voor middelen met 1,5%. Uit KWIN 2007-2008 Veehouderij zijn kosten en opbrengsten gevonden die hieronder zijn samengevat in

Tabel met daarnaast een voorspelling voor 2023.

Tabel 13 Inkomsten, uitgaven en kosten in de varkenshouderij van 2006 geëxtrapoleerd naar 2023

Algemeen	2006	2023
Rente	4,5%	
Modaal inkomen 2006	30000	42007
Arbeidsuren minimaal	1980	
Arbeidsuren maximaal	2240	
Loonkosten 18 jaar	18000	25204
Loonkosten 21 jaar	28300	39627
Loonkosten + 1 jaar dienst	32000	44808
Loonkosten daaropvolgend + 1 jaar dienst	1000	
Kosten zeugen en biggen		
Aankoop zeug	240	309
Voerkosten per zeug	220	283
Voerkosten biggen per zeug jaar	199	256
Gezondheid zorg zeug + biggen	57	73
Brandstof	41	94
Water	6	8
Elektriciteit	35	80
KI	20	26
Verwarming+strooisel	41	94
Kosten middelen		
Trekker	11000	14168
Transportwagen	750	966
Voerdoseerwagen	2500	3220
Mengvoerstation p.s.	180	232
Voer per bak	120	155
Automatisering voergeven	9000	11592
Gemiddelde prijs stal per m2	500	644
Aggregaat	10800	13911
Hygienesluis	10000	12880
Opslag m2	150	193
Uitloop m2	160	206
Investing in hokken per aantal zeugen		
375	3350	4315
500	3225	4154
750	3100	3993
Investing in hokken per aantal dragende zeugen		
375	2150	2769
500	2050	2640
750	1900	2447
Berenhok	550	708
Geltenhok	590	760
Gegevens financieel varkenshouderij		
Opbrengsten		
Biggenprijs gemiddeld	39	50
Opbrengst per zeug per jaar	975	1256
Slachtzeug	152	196
Energie kosten / opbrengsten		
Elektriciteit 1 kWh	0.13	0.30
Ecotax p kWh	0.06	0.14
Gas 1 m3	0.42	0.96
Ecotax p m3	0.17	0.39
Water p m3	1.13	2.59

Gemiddelde bouwkosten van vaste verblijf onderdelen (hokken, vloeren, wanden, daken e.d.) totaal per m² = € 500,-, KWIN 2007-2008 Veehouderij

Een voorzichtige berekening...**Tabel 14** Een voorzichtige berekening naar de inkomsten en uitgaven van Pigs paradise

Aannames		
Zeugen in citylife groep	70	zeugen
Levensduur zeug	5	jaar
Worpindeks	1,8	per zeug
Slachtzeug	196	Per zeug
Biggenprijs gemiddeld	50	Per big
Aantal biggen per worp	12	
m ² per zeug	3	verblijfruimte
m ² kraamkamer	5	4 per groep
m ² kraamhok	10	4 per groep
Uitloop per zeug	3	m ²
Bakken per groep	4	
Afschrijving in jaar	15	
Gemiddelde prijs stal per m ²	644	
Waterverbruik	6	m ³ per zeug jaar
1 m ³ water	2,6	
Energieverbruik	503	MJ zeug/jaar
1 MJ	0,125	
Energie opwekken	500	MJ zeug/jaar
Kosten		Naar groep
Aankoop zeug	309	62
Voerkosten per zeug	283	19836
Voerkosten biggen per zeug jaar	256	17942
Gezondheid zorg zeug + biggen	73	5139
Brandstof	94	6578
Water	8	541
Elektriciteit	80	5615
KI	26	1803
Verwarming+strooisel	94	6578
Totaal	64094	
Kosten middelen		
Trekker	14168	945
Transportwagen	966	64
Voerdoseerwagen	3220	215
Mengvoerstation p.s.	232	1082
Voer per bak	155	41
Automatisering voer geven	11592	773
Verblijf zeugen	644	9016
Aggregaat	13911	927
Hygiënesluis	12880	859
Opslag m ²	193	322
Uitloop m ²	206	2885
Kraamhok	644	1717
Kosten energie	4401,25	
Kosten water	1092	
Totaal	18846	
Opbrengsten		
Biggen	75951.98	
Zeugen	2740.907	
Energie	4375	
Totaal	83067.89	
Balans	127	

De balans is positief, maar dat is misleidend. In de berekening zijn de investeringen voor eventuele mestvergisters, zonnepanelen, windmolens en de afdracht van de hypotheek niet meegenomen. Ook de mogelijkheid tot energie opwekken en de daarbij komende opbrengst is nog open en afhankelijk van de gekozen oplossing. Het systeem levert nog geen inkomen, er is dus nog wat te doen.

14 3D – CAD tekeningen van Pigs Paradise

14.1 Waarom Pigs paradise?

Pigs paradise is gekozen aan de hand van de deels intuïtieve Kesselring methode in paragraaf 12.1 en vanwege de onconventionele structuur zoals later in het rapport te zien is. Een systeem ontwerpen voor ver in de toekomst wordt bemoeilijkt door de vele aannames en voorzichtige berekeningen, maar biedt ook kansen om met een vernieuwend ontwerp te komen wat ver van de huidige praktijksituatie afligt. Hopelijk wordt door Pigs paradise de discussie over de ontwerp tegenstellingen gestart en de stakeholders geprikkeld om op een andere manier naar het houden van varkens te kijken. Hopelijk leidt dit toekomstbeeld tot verandering van de mindset van de stakeholders en wordt in dit ontwerp aangetoond dat een integraal duurzaam zeugenhouderijsysteem wel degelijk is te ontwerpen.

14.2 Systeembeschrijving van Pigs paradise

Pigs paradise is een deels in de grond gelegen rond onderkomen voor zeugen en biggen, waarbij een deel open is en eventueel voorzien van windbreekgaas/transparant oprolbaar gevelmateriaal. Het dak is begroeid met gras en ook toegankelijk voor de varkens. De zonnepanelen op het dak fungeren tevens als 'bomen' die schaduw bieden aan de varkens wanneer deze zich op het dak begeven. De gesloten kanten van het onderkomen zijn goed geïsoleerd doordat ze 'in de grond zitten'. Dankzij de goede isolatie kost het minder energie om in deze delen een microklimaat te creëren voor kleinere ruimtes van de kraamkamers, de biggennesten. Het microklimaat wordt geregeld door gebruik van warmte gewonnen uit zonne-energie en mestvergisting, toegepast in de vorm van vloerverwarming. De lichtkoepels op het dak voorzien de ruimte van daglicht. Deze 'vensters' verzorgen tevens een natuurlijke ventilatie. Naarmate de biggen ouder worden, kruipen ze steeds verder het nest uit, op weg naar de uitloop. In eerste instantie kunnen de biggen alleen in de uitloop van de kraamkamers komen. Een hoge drempel voorkomt dat de biggen in de centrale ruimte kunnen komen bij de zeugen en gelten. Pas na enige tijd, wanneer de biggen oud en sterk genoeg zijn, kunnen ze over de drempel komen bij de oudere varkens. De huisvesting van drachtige zeugen en gelten, oudere biggen en guster zeugen is vooral in het midden van het onderkomen waar de opening is naar buiten. In de ruimte voor de zeugen en gelten hoeft de temperatuur minder hoog te zijn. De open gevel en de natuurlijke ventilatie zorgt voor verkoeling, zo ook het onderkomen dat deels in de grond zit (isolatie bovenop en koelte uit de grond). De zeugen en biggen zijn gehuisvest in groepen volgens het familiestalprincipe. De ruimte is groot genoeg voor circa 70 zeugen. Bij deze groepsgrootte ontstaat citylife en zullen de zeugen elkaar niet hinderen. Gekozen is voor meerdere voer- en waterbakken aan de buitenkant van de foerageer/rustruimte. Hierdoor kunnen varkens synchroon eten en drinken. Het voer bevat toevoegingen als knoflook (natuurlijk antibioticum) en cichoreiwortel dat goed is voor de gehele toestand van de zeug en bovendien berengeur voorkomt.

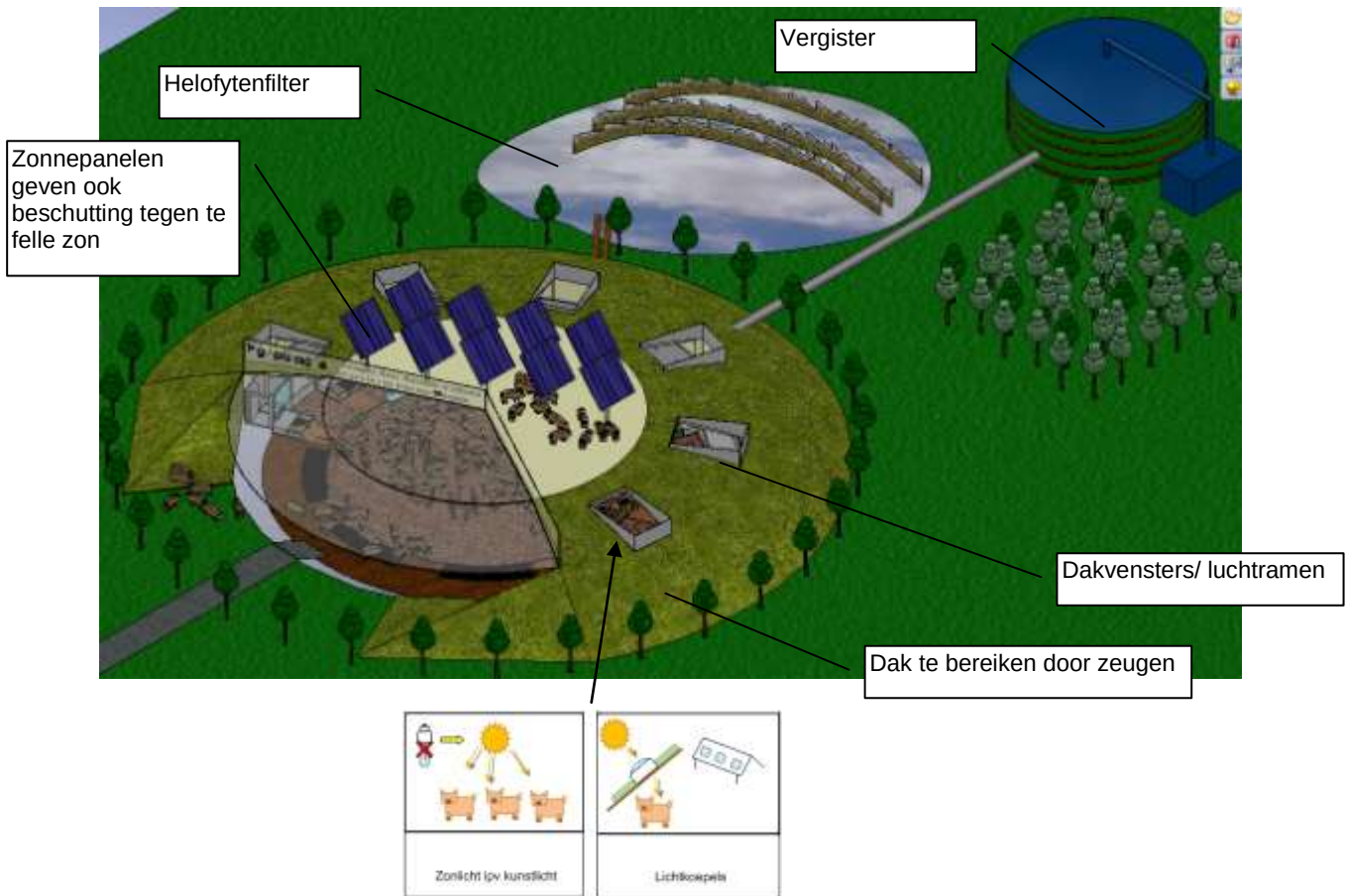
In de middenruimte zal de bodem bedekt zijn met wroetbaar foerageermateriaal en zijn enkele schuurpalen aanwezig. De open voorkant geeft de varkens de mogelijkheid naar buiten te lopen in een uitloop die natuurlijk aangeplant is met onder andere eikenbomen en aardperen. Het begroeide dak boven het 'gebouw' maakt ook deel uit van de uitloop.

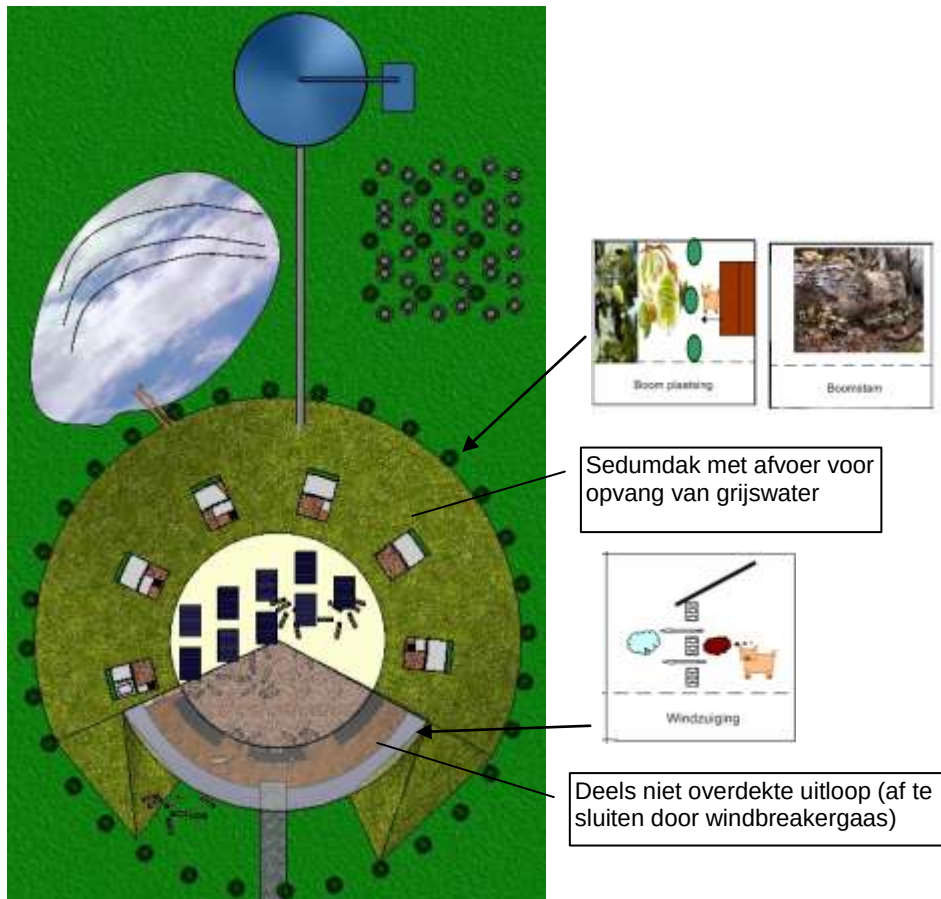
Een deel van het onderkomen, op de grens van onderkomen en uitloop, wordt ingericht als excretieplek. Deze plek is ver genoeg van de voerplekken vandaan en is voorzien van een semigesloten vloer met daaronder een urineafvoersysteem. De urine wordt door onderdruk (gecreëerd door een luchtwasser) afgezogen en opgevangen in een vacuüm 'zak' of ruimte met onderdruk, waar de urine ingedampt kan worden en verwerkt tot een hoogwaardig 'kunstmest'product. De dikke fractie van de mest wordt afgeschoven in een mestkelder voor vergisting in een mestvergister. Deze vergister levert energie voor de vergister zelf en voor verwarming van de biggen en andere processen in het systeem die energie gebruiken. Het digestaat uit de vergister wordt als organische stof en mineralen afgezet in hoogwaardige mestproducten. Doordat de urine direct van de mest wordt gescheiden en bovendien koel wordt opgevangen, vindt geen of nauwelijks ammoniakemissie plaats.

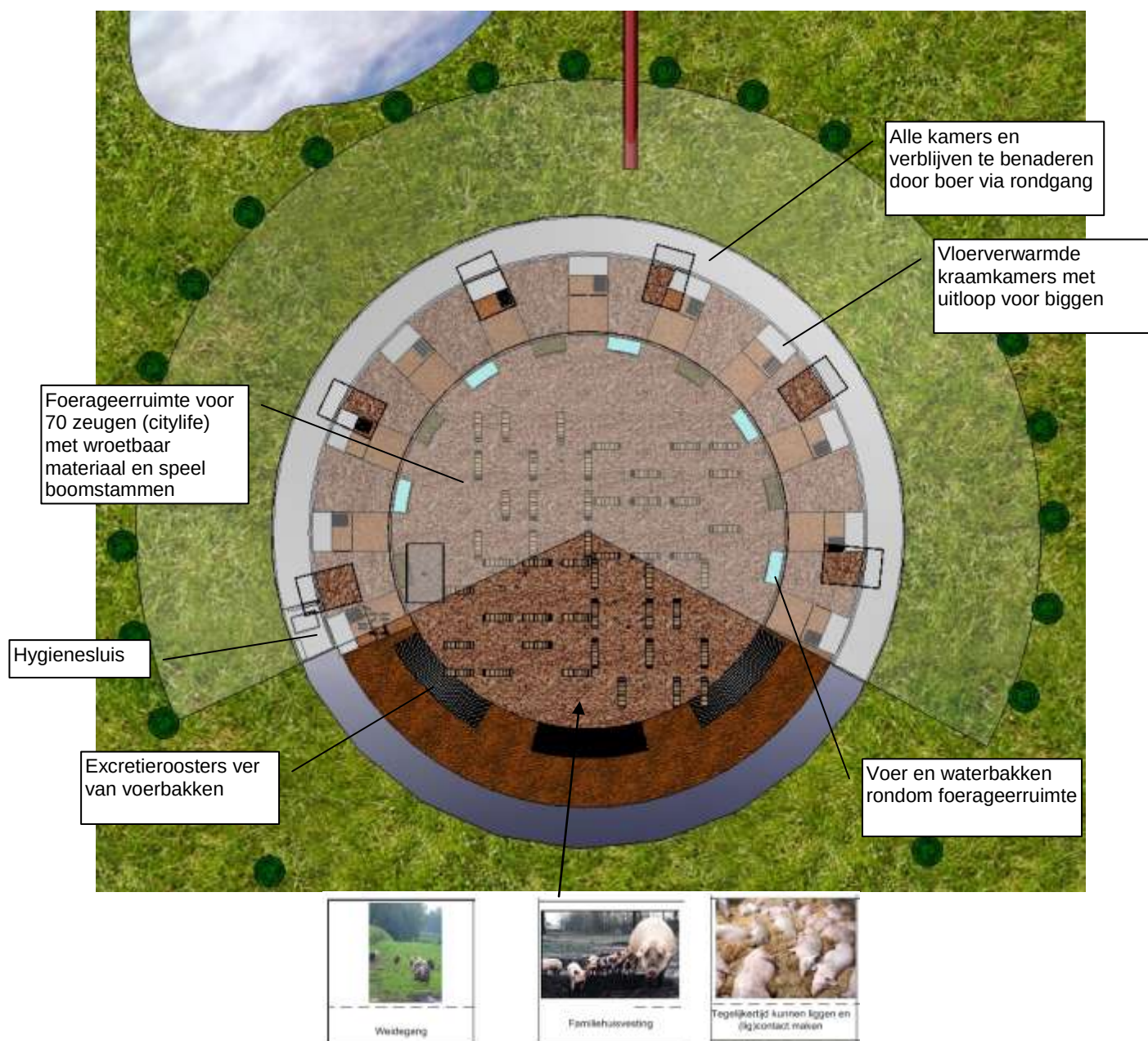
Regenwater wordt opgevangen in spaarbekkens met helofytenfilter. Deze bekkens liggen aan de voet van het onderkomen. Door het hellende dak kan het water eenvoudig afgevoerd worden naar de spaarbekkens. In deze bekkens wordt ook het grijswater opgevangen om te zuiveren en te hergebruiken. Grijswater is vooral afkomstig van de reiniging van het houderijsysteem. De reiniging gebeurt in de vorm van stoomreiniging, gecombineerd met colloïdaal zilver dat desinfecteert. Colloïdaal zilver is niet schadelijk en kan daarom afgevoerd worden naar de spaarbekkens. De buitenste ring van het onderkomen is een gangpad, waar de boer via een hygiënisluis toegang heeft.

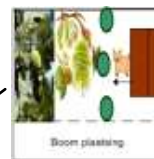
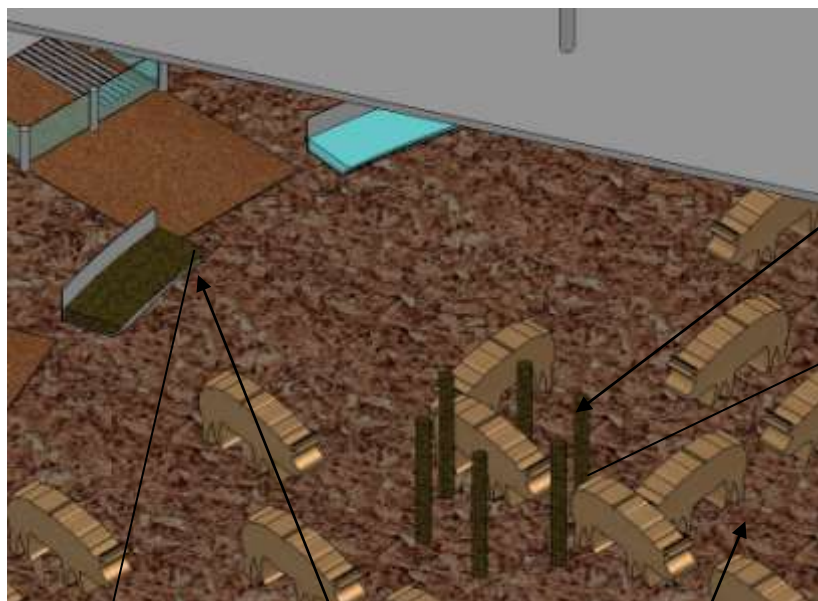
Vanuit deze ring heeft de boer goed zicht op vooral de kraamplekken en biggennesten. Ook de overige verblijfsruimtes van de varkens zijn te bereiken via dit gangpad.

14.3 CAD-tekeningen van Pigs paradise









Boom plaatsing



Boomstam

Speelboomstam voor verzorging huid

Water en voer bakken



Water drink nipple



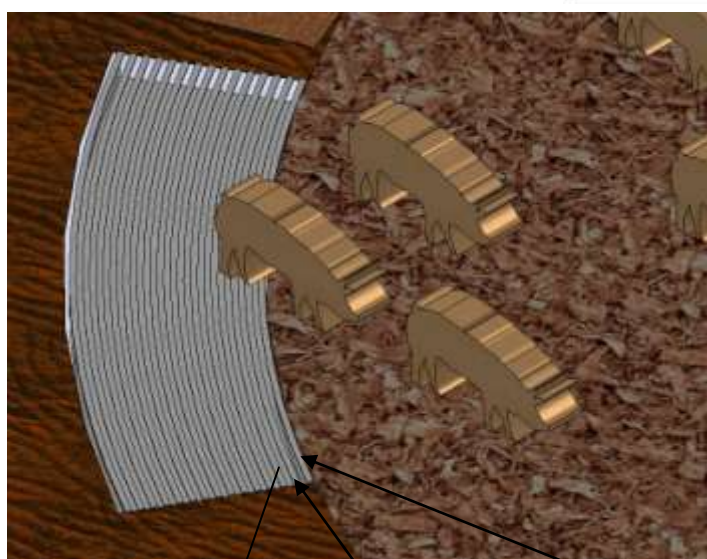
Grote trog voor synchronisatie



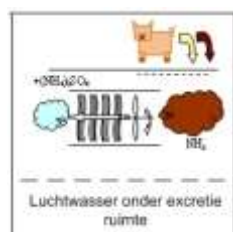
Substraat of ander materiaal voor warmte isolering



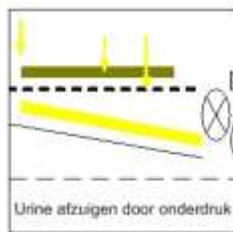
(modder) pool



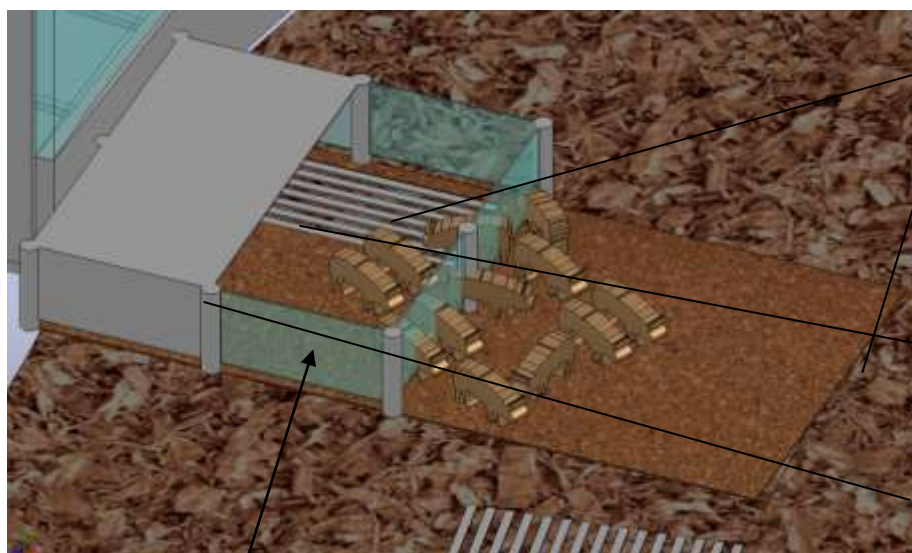
Excretierooster met voldoende afvoer- en scheidingscapaciteit



Luchtwasser onder excretie ruimte



Urine afzuigen door onderdruk

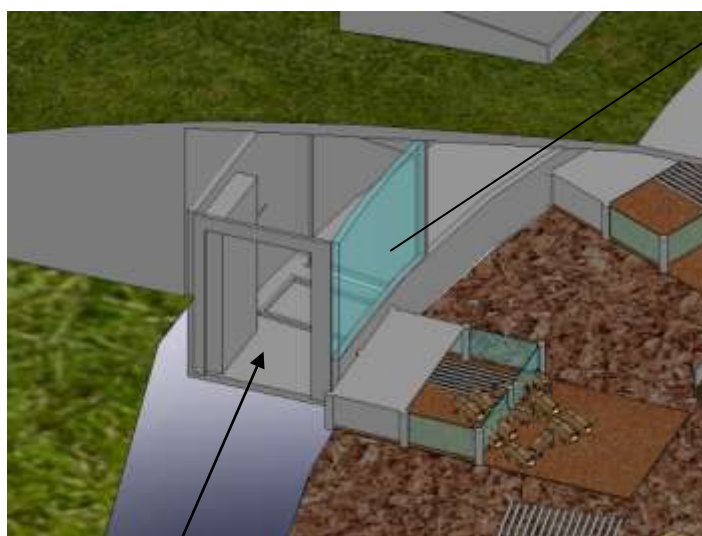


Excretierooster voor biggen

Te hoge drempel voor biggen naar foerageerruimte zeugen

Kraamkamer met vloerverwarming

Verlaagde ruimte voor betere isolatie

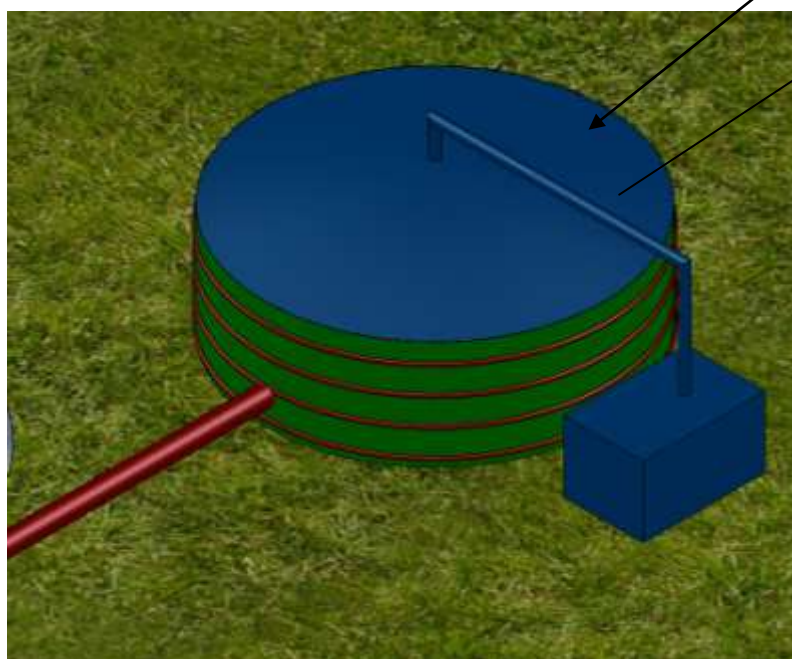
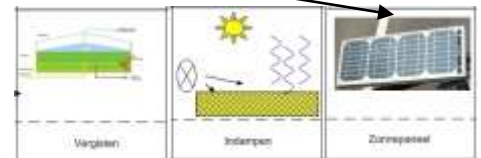


Hygiënesluis met opberg /kleding kast en douche





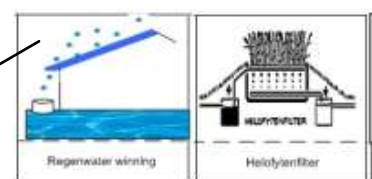
Zonnepanelen op het dak zorgen voor beschutting en voldoende elektrische energie



Een vergister met voldoende capaciteit levert warm water voor vloerverwarming en een deel van de benodigde elektrische energie



Een helofytenfilter achter het bedrijf zuivert afvalwater en filtert grijswater



15 Discussie en conclusies

15.1 Het ontwerpteam over methodisch ontwerpen

Resumerend over het ondergaan en doormaken van het ontwerpproces zijn wij het unaniem eens over het iteratieve karakter wat meermaals (zelfs binnen dezelfde fase) aan het licht komt bij methodisch ontwerpen.

Wij hadden veel vraagtekens gezet bij het tempo en de snelheid waarmee taken moesten worden afgeleverd, waarbij wij ook nog de tijd moesten vinden om met terugwerkende kracht eerdere taken aan te passen. Hierdoor konden we naar ons gevoel ons niet volledig richten op het voldoende afwerken van een opdracht.

Terugkijkend op het verloop is duidelijk dat het geforceerd door moeten gaan naar een volgende fase een zeer gunstig effect heeft op het aanleren van een methode. Door de druk werd het pijnlijk duidelijk dat het niet goed definiëren en uitwerken in het ene stadium verstrekende gevolgen heeft voor de volgende fase. Het hoge tempo waarin gewerkt werd en de snelheid waarin opdrachten elkaar opvolgen zijn een goede manier van werken die in de praktijk nog te weinig wordt toegepast (persoonlijke ervaring Bart van Tuijl). Het dwingt je tot het nemen van standpunten en beslissingen, ook al weet het team dat het beter kan. Dat gevoel van onvrede is achteraf gezien niet erg, maar op het moment zelf frustrerend. Vaak weet je op het moment dat een beslissing doorgedrukt moet worden, dat er nog iets ontbreekt, maar niet precies wat er ontbreekt. Dit wordt op het eind, zoals we zelf hebben gezien, vaak wel duidelijk. En dan komt ook de kracht van methodisch ontwerpen duidelijk naar voren door de iteratieve en terugkoppelende activiteiten.

Helaas kunnen binnen de uren die voor dit vak staan niet alle terugkoppelingen uitgevoerd worden (we studeren hier niet op af, al gaf het soms wel dat gevoel...). Door eerst snel naar voren te werken naar het eindontwerp leer je pas goed het probleem kennen (sweat) en de opgedane kennis is dan snel om te zetten in een efficiënte terugkoppeling, waarna een beter ontwerp verkregen kan worden (domain knowledge).

Vaak menen ontwerpteams het in een keer helemaal goed te moeten doen. Het methodisch ontwerpproces heeft ons geleerd en aangetoond dat je gewoon fouten moet toestaan. Blijkbaar is het waar dat je van je fouten meer leert dan van in één keer geslaagde ontwerpen, je wordt daarop minder kritisch.

Bij aanvang van het methodisch ontwerpen moet het team, maar ook de docent, eerlijk afwegen of het ontwerpdoel en opdracht op een juist systeemniveau liggen zodat er uiteindelijk een technisch te ontwerpen inrichting gevonden of ontworpen kan worden. Wij hebben ondervonden dat het kiezen van een te hoog systeemniveau moeilijk te vertalen is naar een concreet bouten- en moereneindontwerp. Het eerste struikelblok kwamen we tegen tijdens de systeemanalyse. In die fase wilden we de gehele wereld verbeteren. Hierop zijn we in een latere fase teruggekomen en hebben de grenzen van het systeem gelegd, daar waar de fysieke houderij ophoudt. Doordat we deze grenzen niet meteen stelden, hebben we tegen een grote berg van werk opgekeken en in het duister getast. Het tweede obstakel ondervonden we bij het opstellen van de Brief of requirements waaraan meerdere malen iteratief is gewerkt. Nog steeds kan de Brief of requirements beter, maar de tijd staat het niet toe. Het principe van de Brief of requirements is helder en ook het doel dat met het programma van eisen wordt beoogd.

Jammer genoeg hebben we het gebrek van tijd ook ondervonden tijdens het vinden van werkwijzen. Er bestaat een heel scala aan mogelijke werkwijzen, meer dan wij hebben kunnen vinden in de aangewezen tijd. Tot onze spijt, want het was hier in het ontwerpproces dat wij volledige inzicht en grip hadden verworven over onze probleemstelling.

We willen wel opnieuw de opdracht doen en met de verworven kennis te werk gaan. Hoewel het ontwerpen volgens een nauwgezet stappenplan die creativiteit kan wegnemen, heeft de interdisciplinariteit van de groep de creativiteit juist de kans gegeven om buiten gebaande paden te treden.

15.2 Het ontwerpteam over het eindontwerp

Uiteindelijk zijn we geslaagd in het ontwerpen van een zeugenhouderij waarin de tegenstellingen (deels) zijn weggewerkt. Tot bijna aan het eind van het ontwerpproces heeft het team op een te hoog

systeemniveau gewerkt en gedacht. Om vanuit dat hoge systeemniveau toch een eindontwerp te maken, was het nodig de kernfuncties uit te werken naar concrete getallen. Door een juiste vertaling van een functie op hoog niveau naar een iets lager niveau is het ontwerpen van een houderij gelukt. Ook hebben de gesprekken met externe experts in deze fase geholpen. Ir. Onno van Eijk van ASG zei terloops halverwege het doorlopen van dit vak: “dat wat je nu ontwerpt voor de toekomst is per definitie fout, je kunt wel met een gedurfd en geheel andere kijk op het systeem de belanghebbende aan het denken krijgen over hoe het ook anders kan”. Met dat gezegd groeide bij ons als ontwerpteam ook het besef dat we de gedachte moesten loslaten om niet de hele wereld te willen veranderen, maar te focussen op de kern: “het houden van zeugen en biggen”. En dat zelfs binnen die kern niet het doel is om alle bouten en moeren op te lossen, maar dat het eindontwerp de kern raakt van de opdrachtgever en dat op het juiste niveau. Het slagen van dit systeem in de praktijk ligt, behalve in de kern, ook buiten het systeem, in de supersysteemelementen. Zal er een hogere waardering zijn voor het dagelijkse stukje vlees, zullen zonnepanelen inderdaad goedkoper en efficiënter worden, zullen fossiele brandstoffen steeds duurder worden...? Dit zijn vragen die het ontworpen systeem niet oplost, maar die wel sterk bijdragen daaraan.

Er is dus een duurzaamheidsprong nodig, een breed maatschappelijk besef dat het nu echt anders moet. In die sprong ligt niet alleen de kracht van het ontworpen systeem, maar ook de zwakte. Evenals van de huidige varkenshouderij, hebben we ook van het door ons ontworpen systeem een SWOT-analyse gemaakt (zie tabel 15 en 16). Het maken van een duurzaamheidsprong kan alleen door de zwaktes en bedreigingen van het huidige systeem om te buigen in sterke punten en kansen, zo betoogden we eerder in dit rapport. De SWOT analyse van de integraal duurzame laat zien dat we daarin redelijk geslaagd zijn.

Tabel 15 Swot-analyse van de huidige varkenshouderij

Sterkte	Zwakte
Groot en internationaal concurrerend netwerk	Mineralen onbalans
Kostprijs die kan concurreren met andere Europese landen.	Slecht imago
Ondernemende en innoverende varkenshouders	Ziektegevoeligheid
Hoge productie	Preventief antibioticagebruik
Goede kennisinfrastructuur	Complexiteit van de regelgeving
Goed fokmateriaal	Geen gesloten kringlopen
Voorloper	Hoge kosten
	Lage opbrengst
	Laag dierwelzijn
	Milieuvervuiling
Kansen	Bedreigingen
Opwaarderen van mest	Wereldmarkt
Produceren energie	Mestoverschotten
Varken C2C inzetten als ‘opruimer’	Stijgende energieprijzen
Voortrekkersrol	Stijgende grondstofprijzen

Tabel 16 laat zien dat de mineralenonbalans in de huidige zeugenhouderij is omgezet naar een mineralenbalans, het imago zal verbeteren door de inpassing in het landschap en de transparantie. Van mest kan niet teveel zijn omdat het kan worden opgewaardeerd tot een mestproduct voor akkerbouwers. Energieprijzen zijn niet langer een bedreiging, aangezien energie voortaan op eigen bedrijf wordt geproduceerd (en bij overschotten eventueel verkocht kan worden).

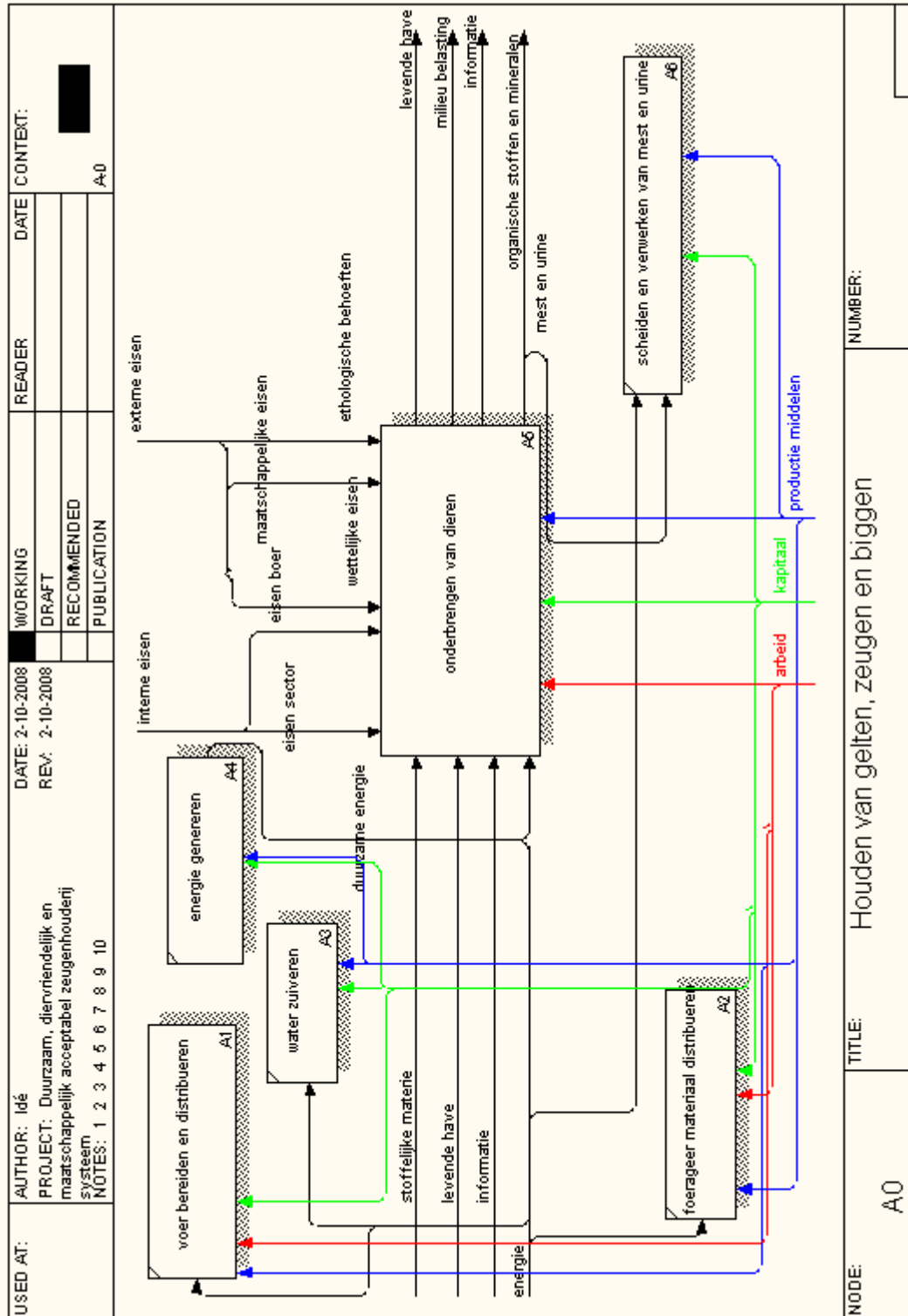
Tabel 16 Swot-analyse integraal duurzame zeugenhouderij

Sterkte	Zwakte
Verantwoorde productie	Onconventionele bouwmethodes
Voorloper	Breuk met internationaal concurrerend netwerk
Mineralen balans	Afhankelijk van eigen energie
Goed imago	Afhankelijk van afname meststoffen
Voldoende inkomen	Maatschappelijke acceptatie nodig
Milieuvriendelijk	Economische haalbaarheid niet getoetst
C2C	Ontwerp bestaat deels uit aannames en voorspellingen naar de toekomst
Gesloten kringlopen	Hoge kosten
Diervriendelijk	Complexiteit van regelgeving
Passend in landschap	Grondongebonden
Haalbaar	
Robuust	
Duurzaam	
Efficiënte oppervlakte benutting	
Goede kennisinfrastructuur	
Goed fokmateriaal	
Kansen	Bedreigingen
Voortrekkersrol	Ontwikkelingen in supersysteem
Cultuuromslag veroorzaakt door dit ontwerp	Wereldmarkt
Varken C2C inzetten als 'opruimer'	Onzekerheid over toekomst
Versterkt vorming van maatschappen met akkerbouwers, fokkers en mesters	Stabilisering/daling grondstof- en energieprijzen
	Grote en internationaal concurrerende netwerk van bestaande varkenshouderij
	Onverantwoord goedkoop geproduceerd vlees elders

Toch kent het door ons ontworpen systeem ook bedreigingen en zwaktes. De wereldmarkt blijft een bedreiging, net als ontwikkelingen buiten het systeem, omdat de varkenshouderij daar zo afhankelijk van is. De duurzaamheidsprong die we willen maken met dit ontwerp vraagt om onconventionele bouwmethodes, maakt het tot een breuk met het huidige sterke netwerk en maakt het afhankelijk van aannames en voorspellingen. Een integraal duurzame zeugenhouderij lijkt voorlopig nog meer bedreigingen dan kansen te hebben, maar is in ieder geval controversieel genoeg om de discussie op gang te brengen en opnieuw bedreigingen om te zetten in kansen.

Bijlagen

Bijlage 1 IDEF0 model AO



Bijlage 2 De omgeving waarin de oplossing moet functioneren

Acceptatie door de maatschappij

De roep om verbetering vanuit de bezorgde maatschappij is hoofdverantwoordelijke voor het ontstaan van de behoefte aan vernieuwing/verandering van de huidige dierenhouderijsystemen. Dit engagement uit zich in verontrusting over het welzijn van het dier. Hieruit voortvloeiend moet met deze grote betrokkenheid rekening worden gehouden om de oplossing in deze omgeving te kunnen laten functioneren.

Acceptatie door de consument

De oplossing moet functioneren in een omgeving waarin de output van de oplossing aan hoge kwaliteitsnormen voldoet en tegelijkertijd een betaalbaar stuk vlees aanbiedt.

Acceptatie door de boer

De roep om verbetering komt niet alleen vanuit de maatschappij, ook de dierenhouder zelf heeft onvrede met de huidige situatie. De omgeving waarin de oplossing moet functioneren is dat de boeren hun agrarische vak kunnen beoefenen, die voldoet aan de eisen, wensen en inzichtenpunten van de houder zelf. Bovendien moet de boer als dierenhouder in staat zijn tot het kunnen bedienen, begrijpen en onderhouden van het systeem; de boer moet met het systeem kunnen werken en de waarde ervan inzien. Ook moet de oplossing functioneren in een omgeving van sterke concurrentie in een grote en groeiende wereldmarkt. De ondernemende boer moet in staat zijn tot het meelopen met de nationale en internationale financiële structuur.

Acceptatie door de overheden

De varkenshouderijsystemen hebben in de loop der tijd veel veranderingen mee gemaakt en is nog steeds aan verandering onderhevig door de voortdurende vernieuwde inzichten en knowhow (uit de wetenschap en ervaring). De oplossing komt dan ook in een zeer dynamische omgeving terecht, waar men mee rekening moet houden. Veranderende wet- en regelgeving vanuit nationale tot en met overkoepelende wereldorganisaties hebben invloed op de houdbaarheid van de oplossing uitgedrukt in levensjaren. Voorbeelden zijn regels over het gebruik van de belasting van het milieu, acceptatie van het dier als entiteit met zijn eigen eisen en behoeften en subsidieregelingen.

Overkoepelend

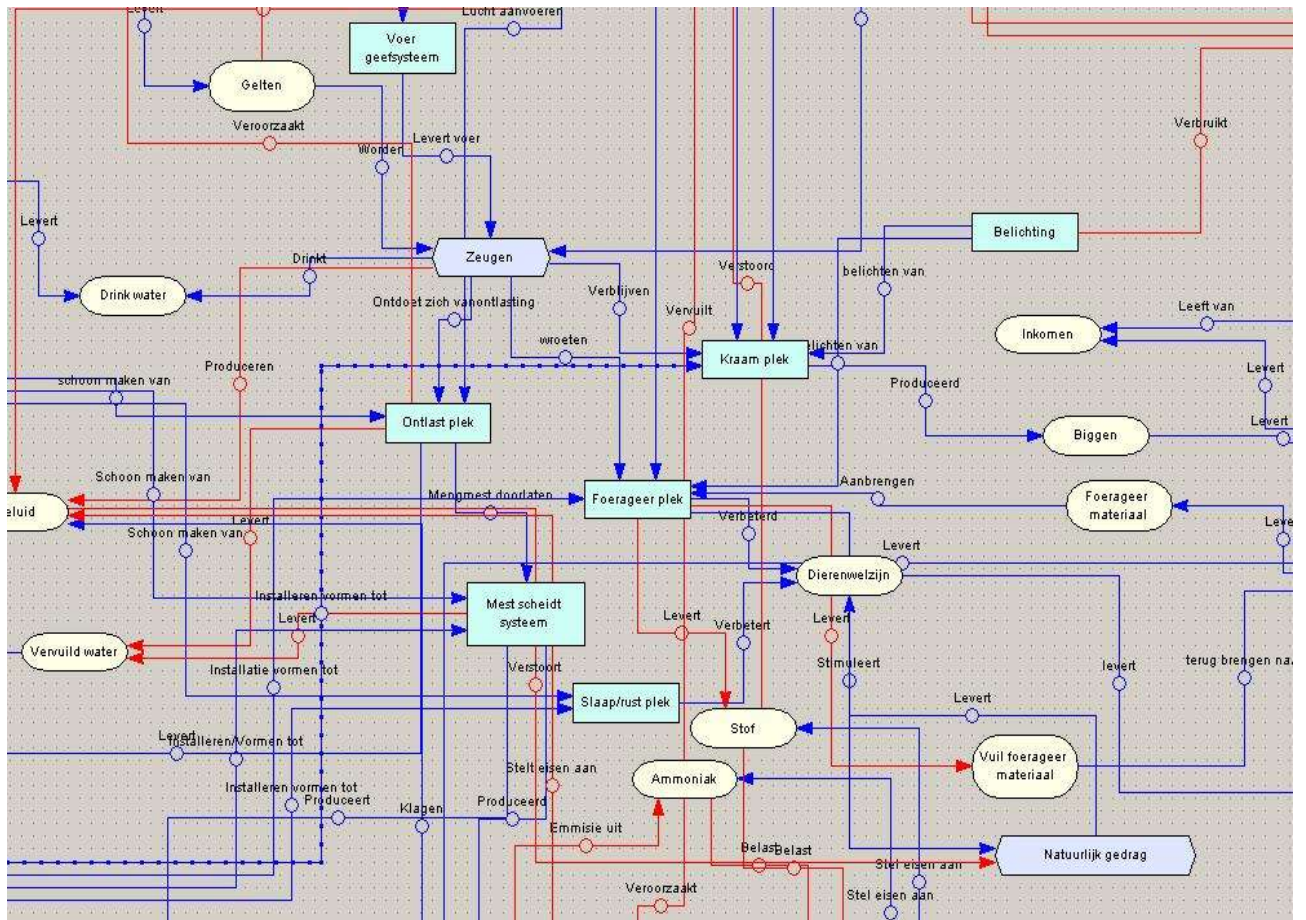
Ook komt de oplossing terecht in een situatie waar natuurlijke bronnen beperkt zijn (hoge mate van concurrentie, dus duur) en waar (geaccepteerd) een klimaatverandering gaande is. De oplossing moet kunnen functioneren met respect tot de input van zo min mogelijk van deze schaarse grondstoffen en (her)gebruik van de bijproducten die het systeem levert, waarbij emissies tot een minimum moeten worden beperkt.

Bijlage 3 Functiematrix

In de functiematrix staan functies die de toestroom, afvoer en terugkoppeling van materialen, grondstoffen, energie binnen het totale systeem moeten worden waargemaakt. Hierdoor wordt voldaan aan de C2C-eis en het aspect duurzaamheid milieu. Door informatie naar buiten te sturen vanuit het op dierenwelzijn gestoeld systeem, wordt het imago van de sector verbeterd. De matrix is hieronder weergegeven. Uitgegaan is van een standaard varkenshouderij van dit moment, min haar negatieve functies en plus de nieuwe functies die het systeem haalbaar, diervriendelijk en C2C maken. Nieuwe functies zijn weergegeven in groen.

	Materie	Energie	Informatie
Transporteren	Op:aanvoer productiemiddelen Op: Water aanbieden Op: vuilwater lozen op riool Op:Aanvoer grondstoffen Op: Afvoer mineralen aan derden Op:geogste mineralen terug naar eerder stadium van productie Op:zeugenaar slacht Op: afvoer dode varkens Op: biggen naar mesterij Op: aanvoer gelten M: aanvoer c2c duurzame bouwmaterialen	Op: energie uit voer naar gelt/zeug/big Op: invoer duurzame energie Op: zelfgeproduceerde warmte aanwenden Op: zelfgeproduceerde stroom aanwenden	M: bouw instructies naar uitvoerders Op: communicatie tussen varkens faciliteren Op: communicatie tussen boer en medewerker faciliteren. Op: Sensorinfo naar medium Op: Aanvoer advies Op: imago bouwen Op: image bewaken Op: scholing Op: diergezondheid sensorsignalen vastleggen Op: stalklimaat sensoren
Transformeren	M: Verantwoorde bouwmaterialen en elementen omzetten in duurzaam zeugenhouderijsysteem Op: grondstoffen voor zeugenhouderij omzetten in groei/fok Op: Afvalwater zuiveren voor hergebruik Op: Mest van urine scheiden Op: mest omzetten in bruikbare mineralen Op: mest omzetten in energie	Op: energie uit voer omzetten in groei/fok van gelt/zeug/big Op: duurzame energie omzetten in beweging machinerie/functioneren subsystemen Op: primaire energie oogsten	Op: Informatie van sensoren vertalen naar handeling/management Op: Kennis omzetten in handelen Op: Advies vertalen naar handeling Op: praktijken vertalen naar imago building
Accumuleren	Op: mineralen (mest) Op: zeugen tijdelijk houden in bepaalde ruimte, Op: Biggen tijdelijk houden, Op: water Op: voeren mineralen aan varken Op: mest opslaan Op: voer opslaan Op: Energie opslaan	Op: energie uit mest opslaan Op: zonne-energie opslaan	Database van management bijhouden Database van sensorinformatie bijhouden

Bijlage 4 Techoptimizer model



Bijlage 5 Elementen bij samenstelling Techoptimizer model

Producten van het systeem	Systeemelementen	Supersysteem wereld
Robuuste biggen	Foerageermateriaal	Buitenklimaat
Vervuild foerageermateriaal	Voergeefsysteem	Biologisch voer C2C
Urine	Mest scheidt systeem	Mestverwerker
Mest	Klimaatsysteem	Waterzuivering
Karkassen	Afgebakende ruimte	Lokale overheid
Verbeterd imago	Transparant oppervlak	Burger
Dierenwelzijn	Ventilatiesysteem	Consument
Ammoniak	Kraamkamer	Vetmester
Stof	Rustplek	Destructor
Geluid	Foerageerplek	Omwonenden
Geur	Ontlastingsplek	Gezin
Ziekten	Belichting	Stalbouwer
Vervuild water	Foerageermateriaalverwerker	Fokkerij
Afval	Luchtwater	Foerageerleverancier
Bijproducten	Klimaatcomputer	Zeugen
Inkomen		Gelten
Gebruikte stalonderdelen		Primaire energie
Luchtkwaliteit in stal		Big
Water		
Natuurlijk gedrag		
Spelen		
Wroeten		

Bijlage 6 Morfologisch diagram; uitleg van werkwijzen

1-1 Centrifugeren

Vaste en vloeibare delen zijn van elkaar te scheiden door centrifugeren. De dunne fractie wordt dan naar buiten geslingerd door het filter, terwijl de dikke fractie achterblijft.

1-2 Afzuigen bij de bron

Door mest of urine af te zuigen bij de bron wordt voorkomen dat beiden zich zullen mengen. Een meststofzuiger is een oplossing. Een duivenhouder kwam met een oplossing voor het opzuigen van duivenpoep, geïnspireerd door de zuigpompen waarmee graanscheppen geleegd worden. In plaats van de mest en de lucht samen naar een container te zuigen, scheidt men de lucht van de mest door de slang te onderbreken en een emmer ertussen te plaatsen waarin de mest achterblijft. Zie voor een nadere omschrijving: <http://www.asduivenparade.nl/artikelen/mestzuiger/mestzuiger.htm>

1-3 Absorberend strooisel

Door op de plek waar varkens mesten absorberend strooisel te strooien, wordt de urine direct van de mest gescheiden. Dit strooisel kan men uitpersen of centrifugeren, waardoor de urine gewonnen kan worden en bij de juiste keuze van het materiaal kan men het strooisel hergebruiken na de persing of centrifugering.

1-4 Luiers

Bind alle varkens een luier om. De luier absorbeert de urine onmiddellijk en de dikke mestfractie blijft bovenop het absorberende luiermateriaal liggen, waardoor het gemakkelijk te verwijderen is.

1-4 Urine afzuigen door onderdruk

Door onder een fijnmazige roostervloer onderdruk te creëren (bijvoorbeeld door een ventilator al dan niet in de vorm van een luchtwasser) is de urine snel van de mest te scheiden. De urine wordt onder de vloer in een goot afgevoerd en de mest kan van de vloer verwijderd worden door bijvoorbeeld een mestschuif.

1-5 Filterpers

De zogenaamde K1-filterpers is een uitvoering van een pers die mest en urine scheidt. Uitleg hieronder komt van de website <http://www.mestverwerking.eu/>:

“De mest wordt in de mengtank gedoseerd met een hoeveelheid polymeer en indien nodig, ijzerchloride. In de mengtank wordt dit gemixt. Het mengsel wordt vanuit de mengtank met een speciale pomp, zodat de vlokken in het mengsel niet kapot gaan, naar de pers gepompt. Tijdens dit vullen kantelt de pers. Als de gehele hoeveelheid in de pers gepompt is, wordt door een speciaal daarvoor ontwikkelde beweegbare filter geperst. Het gewenste drogestofpercentage in de dikke fractie is instelbaar. Onder uit de pers komt de filterkoek en het filtraat. De K1-filterpers is in meerdere capaciteiten uitvoerbaar en werkt continu en volautomatisch. Doordat mengtank en pers afzonderlijk gewogen worden, is er volledige controle over het gehele proces. Sterke wijzigingen van de ingaande mest worden volautomatisch bijgesteld, zodat men een optimaal proces heeft.

<http://www.mestverwerking.eu/>

2-1 Transparant dak

Licht toelaten in het zeugen- en/of biggenverblijf door transparant dakbedekkingmateriaal te gebruiken. Het transparant materiaal is uit meerdere lagen op te bouwen waardoor er luchtkussens ontstaan, oprolbaar, opklapbaar, in combinatie met gedeeltelijk niet transparante materialen en of luchting.

2-2 Licht sturen met spiegels

Door spiegels boven de verblijven te bevestigen (bij laagstaande zon), kan het zonlicht zo weerkaatsen dat het in de verblijven valt.

2-3 Zonnepanelen

Het gebruiken van fotovoltaïsche panelen om overdag zonlicht om te kunnen zetten naar een elektrische stroom met opslag in een buffer. Uit de buffer wordt de belichting in de stal gevoed.

2-4 Zonlicht i.p.v. kunstlicht

Het belichten van de stal door zonlicht. Hiermee wordt een oplossing geforceerd om in de stal geen kunstlicht meer toe te passen. Dit bespaart op het gebruik van energie.

2-5 Lichtkoepels

Laat daglicht toe door gebruik van dakkoepels. Door de koepels te openen is ook verversing van stallucht mogelijk. In combinatie met een sedumdak is het wenselijk om begroeiing te voorkomen door de koepels ten opzichte van de daklijn te verhogen.

2-6 Transparante en oprolbare gevels

Analoog aan oprolbare gevels zoals gebruikt bij foliekassen (ontworpen door het bedrijf Amevo: <http://www.amevotechniek.com/tunnelsthumb/pages/avo%201000%20rz%20rond.htm>)

Door de gevel te openen laat dit de mogelijkheid open voor een uitloop en natuurlijke ventilatie. Het transparant materiaal zorgt voor het binnenkomen van daglicht.

3-1 Doorlaatbare zakventilatie

Werkbaar in combinatie met 2-2-3. Bij het verblijf een windturbine plaatsen die direct gevolgd wordt door een buis. De windturbine levert elektrische stroom aan een buffer. De buis wordt vernauwd zodat overdruk ontstaat die wordt losgelaten in een stoffenzak. De buitenlucht verdeelt dit over een grote lengte. In combinatie met een luchtafzuiging onder de excretieruimte ontstaat er voldoende drukverschil over het verblijf om verse lucht aan en af te voeren.

3-2 Afzuigen door filter

In de gevel filters plaatsen met een groot oppervlak waarachter een ventilator is geplaatst die het resperabel stof vanuit de stal door het filter perst.

3-3 Luchtwater onder excretie ruimte

De lucht afzuigen met een ventilator en door een luchtwater leiden. De ammoniak die ontstaat uit excretie in gemengde vorm wordt omgezet in ammoniumsulfiet. Dat kan ingezet worden als bemesting voor akkers. De gecreëerde onderdruk zorgt voor ventilatie in het verblijf.

3-4 Nokluchting

Analoog aan een Venlo-kas nokluchting gebruiken zodat trek ontstaat in het verblijf. Ook kan dan in warme periodes warme lucht snel ontsnappen.

3-5 Filterende stenen

Trek de muren van het verblijf op uit filterende stenen die poreus zijn voor aangezuurd water waardoor ammoniak omgezet wordt in ammoniumsulfaat. Vang het water op en filter ammoniumsulfaat uit voor gebruik als meststof. Analoog aan <http://www.utwente.nl/nieuws/pers/Straatstenen.doc/>

3-6 Windzuiging

Plaats in de gevels openingen zodat de buitenwind zorgt voor onderdruk in de stal en trek ontstaat.

4-1 Substraat of andere materiaal voor warmte isolering

4-2 Thermomat voor biggen

Zie beschrijving bij taak 6: state of art

4-3 Dekken voor varken

4-4 Jas voor varken

Geef de zeug/gelt of big een jas om het te beschermen tegen weersinvloeden.

4-5 Douche

4-6 Modderpoel

4-7 Zonnecollector en vloerverwarming

Plaats op het dak een zonnecollector waarin water wordt verwarmd. Dit opgewarmde water bufferen en eventueel op een hogere temperatuur brengen. Daarna de warmte afgeven door een warmtewisselaar in het verblijf.

4-8 Aquifer

Watervoerende bodemlaag, doorgaans op 25 à 100 meter diepte, die als bron of opslagplaats van warmte of koude kan dienen. Een voor warmteopslag geschikte aquifer bestaat meestal uit een zandlaag, omgeven door 'waterdichte' lagen klei. De grondwaterstromen in de zandlaag mogen slechts een beperkte snelheid hebben om warmteverliezen te beperken. Warmte uit lucht uit het verblijf in de zomer wordt door een warmtewisselaar overgedragen naar water. Dit koelt het verblijf. Het opgewarmde water wordt in de aquifer opgeslagen waarna men het in de winter gebruikt om het verblijf op te warmen.

4-9 Warmtewisselaar

Analoog aan het systeem van Inno+. <http://www.inno-plus.nl/> Door een warmtewisselaar bij het verblijf vertikaal of horizontaal in de bodem te plaatsen kan door de constante bodemtemperatuur van 12 °C in de zomer de warme lucht uit de stal worden afgekoeld en in de winter voorverwarmd, zodat minder energie nodig is.

5-1 Adiabatisch koelen

Een poreus materiaal vergroot de oppervlakte van water wat erdoor heen vloeit waardoor het makkelijker verdampt. Verdamping kost energie wat onttrokken wordt aan de lucht die door het materiaal stroomt. Dit koelt de lucht af.

5-2 Warmtecamera en klimaatcomputer

Een warmtecamera neemt opnames van het varken. Dit beeld wordt geanalyseerd waarbij de temperatuur van de huid bekend wordt. Deze informatie gebruikt men om via de klimaatcomputer de temperatuur van de ruimte te regelen.

5-3 Huddling vaststellen m.b.v. een camera

Een camera maakt opnames van het varkensverblijf waaruit na beeldanalyse blijkt of varkens dicht tegen elkaar liggen of juist ver uit elkaar. Dit gedrag geeft een maat voor de temperatuur van de ruimte wat gebruikt kan worden om de temperatuur te regelen.

5-4 Robuust varken

Door kruisen van rassen een varken fokken wat bestand is tegen uiteenlopende klimaatomstandigheden.

5-5 Varken met vacht

Door kruisen van rassen een varken fokken met meer vacht waardoor het beter bestand is tegen koude.

6-1 Geluid dempen

Door zachte bekleding van wanden in het verblijf het geluid dempen.

6-2 Buitenplaatsing

Generatoren, machines met een hoge geluidsproductie buiten het verblijf plaatsen zodat de geluidsoverdracht beperkt wordt.

6-3 Isolatiegeluidbronnen

Generatoren, machines met een hoge geluidsproductie isoleren door dempende materialen of ze in een aparte ruimte zetten zodat de geluidsoverdracht beperkt wordt.

7-1 Boomplaatsing

Eiken bomen leveren eikels wat varkens graag lusten, het snoei materiaal kan ingezet worden als nest materiaal voor de zwangere zeug.

7-2 Boomstam

Boomstammen dienen als onderzoeksmateriaal voor de zeug.

7-3 en 4 Opgestapelde balen ruwvoer en stro

Het kunnen exploreren en foerageren van een gegeven foerageermiddel, mits voldaan aan duurzaamheid en C2C- eisen. Het zelf eruit kunnen trekken en het strootje per strootje onderzoeken van foerageermateriaal.

7-5 Weidegang

Toegang bieden aan de varkens naar een buitengebied.

7-6 en 7 (Kauwbare) activiteit bal met beloning

Is afkomstig van de hondenspeelgoedindustrie (Kong) en gebaseerd op het principe 'werken' voor beloning (voer). De beloning wordt in de bal gestopt en door de bal te onderzoeken en te manipuleren (onder andere bijten) kan het varken de beloning krijgen. Aangezien varkens in houdertallen alle tijd hebben is dit een goede tijdsbesteding. Het verkrijgen van beloning kan aangepast worden, door bijvoorbeeld het gat groter of kleiner in te stellen.

7-8 Holle boomstam met beloning

Dit exploratiemateriaal berust op hetzelfde gegeven als hierboven beschreven. Alleen is dit niet afkomstig uit de hondensector, maar gebaseerd op natuurlijke omgeving attributen van varkens.

7-9 Contact kunnen maken

Ervoor zorgen dat zeugen in verschillende stadia met elkaar contact kunnen maken zonder hinder van hekken.

8-1 Zeug met toom biggen

Het maken van varkengroepen gebaseerd op natuurlijke formatie en tijdsduur. Bijvoorbeeld het blijven van de biggen bij de zeug voor 7 weken en meerdere zeug- en toomformaties in een groep.

8-2 Lig contact

Ruimte geven om voldoende varkens met rugcontact te kunnen laten rusten.

8-3 Kunstmatige inseminatie

De firma Unitron A/S met de Stimulus. Het apparaat bootst natuurlijke dekking na. De kleppen van de Stimulus drukken met perslucht in de flanken van de zeug.

8-4 Natuurlijke dekking

Een beer dekt de zeugen.

8-5 Geen scherpe randjes en kantjes

Om de veiligheid van het varken te kunnen waarborgen mogen er geen scherpe randen en kanten aanwezig zijn in verband met verwondingen en stress.

8-6 Zichtlijnen

Het is belangrijk dat het varken andere varkens kan zien en zich niet in het looppad van de boer (en zijn medewerkers) bevindt.

9-1 Zachte ondergrond

Zorg ervoor dat problemen met de klauwen wordt voorkomen.

9-2 Modderpoel

Om zichzelf te kunnen verzorgen is een modderpoel uitstekend geschikt om af te koelen, jeuk te verminderen en om van een natuurlijke bescherm laag te voorzien.

9-3 Douche (zelfverzorging)

9-4 en 8 Borstel en boomstam voor schuren

Deze materialen zijn behulpzaam voor het varken om tegenaan te schuren en zo jeuk te verminderen

9-5 Waterpoel

Biedt een plek voor de zeugen om te baden.

9-6 Stroeve vloer

Zorg ervoor dat de zeugen goed kunnen opstaan en gecontroleerd gaan liggen ter voorkoming van het dooddrukken van biggen.

9-7 Genoeg ruime looplijnen

Tegenovergesteld aan een indeling met hekken waar zeugen en biggen in grotere groepen door elkaar kunnen lopen.

9-8 Schuurpaal

Een vertikaal geplaatste boomstam of schrobber ter verzorging van de huid.

11-1 Stoom reinigen

Gerrit Goselink won een innovatieprijs, uitgelooft door het innovatiefonds Farmers for Farmers. Goselink had het idee om het grondstroomen, een veel gebruikte methode in de tuinbouw, in een iets andere vorm te gebruiken in de varkensstal. (<http://farmersforfarmers.eu/pag3-4-2.php>) Stoom kan de stal reinigen zonder te veel watergebruik. Bij hoge temperatuur van stoom kan zelfs ontsmet worden. Dit is een gebruikelijke manier in ziekenhuizen om gereedschap te ontsmetten. (<http://www.sterilisatie.info/stoom.htm>)

11-2 Ongediertebestrijding

Ongediertebestrijding is erg belangrijk om overdracht van ziekten en ziektekiemen te voorkomen. Een effectieve en milieuvriendelijke manier is nog niet gevonden. Momenteel wordt nog steeds ratten- en muizengif gebruikt.

11-3 Katten verboden

De aanwezigheid van katten in en om de varkenshouderij is verboden om toxoplasmosebesmetting te voorkomen. Hoewel katten goede muizenvangers zijn, vormen ze een gevaar wanneer het gaat om toxoplasmose. Zie ook <http://www.wb-online.nl/krant/artikel.php?id=192>

11-4 Colloïdaal zilver

De tekening opgenomen in het morfologisch diagram is afkomstig uit een patent:

Bacteria Deactivation Method And Apparatus

Octrooinummer:

US2008217252

Publicatiedatum:

2008-09-11

Uitvinder:

ELLIOTT DAVID J (US); POKHAREL HEM K (US)

Aanvrager:

SOLUTIONS BENEFITING LIFE INST (US)

Classificatie:

C02F1/50; C02F1/62; C02F1/50; C02F1/62;

Colloïdaal zilver (zilvernadeeltjes) is een goed antibioticum en desinfecteert bovendien. Het bovenstaand patent werkt als volgt (zie ook de illustratie in het morfologisch diagram):

“A bacteria deactivation device that has a porous medium through which water and bacteria contained in the water, like E. coli and fecal coliform, are passed. Colloidal silver within the medium deactivates bacteria that pass there through. The medium has a porosity up to 80% and pores sized to provide flow rates up to 8 liters per hour while meeting Environmental Protection Agency limits for human consumption of silver.” <http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=US2008217252&F=0>

11-5 Knoflook

Knoflook is behalve antibacterieel ook goed voor de algehele gezondheid van zeugen. Bron: rapport *Natuurlijke geneesmiddelen in de Biologische varkenshouderij* van J. Allaart (2003) Zie <http://library.wur.nl/biola/bestanden/1706263.pdf>.

11-6 Stofmasker

In stallen waar door gebruik van strooisel een hoge stofconcentratie is, dient de boer zichzelf te beschermen tegen stof door een stofkap of masker.

11-7 Lang zogen

De algemene weerstand van biggen is hoger naarmate ze langer bij de moeder zogen. De big heeft pas na 10 weken een volledig ontwikkeld afweersysteem, dus is het goed voor de gezondheid van de big om deze lang te laten zogen. Vroeg spenen brengt een groter risico met zich mee op onder andere speendiarree volgens het rapport '*Management en de weerstand van varkens*', zie <http://library.wur.nl/way/bestanden/clc/1814725.pdf>

11-8 Hygiënesluis

Een hygiënesluis is inmiddels gemeengoed in de varkenshouderij en ontbreekt ook niet in de nieuw te ontwerpen varkenshouderij. De plattegrond van de hygiënesluis in het morfologisch diagram komt uit het rapport '*Hygiëne en comfort in de varkensstallen*' van J. Daelemans en J. Flaba <http://www2.vlaanderen.be/landbouw/downloads/dier/8.pdf>

12-1 Composter

Het composteren van mest (na scheiding dikke en dunne fractie) levert een hoogwaardig compost op met veel organische stoffen en mineralen. Nadeel is dat composteren CO₂ oplevert. Wanneer men CO₂ kan afvangen en verkopen aan de glastuinbouw, wordt het interessanter. Ook is het winnen van warmte uit het compostingsproces een optie.

12-2 Vergisten

De illustratie in het morfologisch diagram is afkomstig uit een internetartikel van Senternovem over het vergisten van mest, evenals de beknopte uitleg van een vergister: "Vergisten heeft tot doel organische stof met behulp van micro-organismen om te zetten in biogas. Een andere term die gebruikt wordt voor vergisten is fermenteren. In het algemeen zijn alle soorten mest en organische reststoffen geschikt voor vergisting. Het proces vindt plaats in afwezigheid van zuurstof (anaëroob)." (<http://www.senternovem.nl/duurzameenergie/de-technieken/mestvergisting/index.asp>) Vergisten levert mineralen en energie, maar veel organische stof gaat verloren.

12-3 Verbranden

Het verbranden van mest levert energie en mineralen, maar gaat ten koste van organische stof.

12-4 Drogen

Het drogen van mest levert een hoogwaardig mestproduct bestaande uit organische stoffen en mineralen.

12-5 Indampen

Bij het indampen van urine wordt bij een bepaalde temperatuur en druk warmte aan de vloeistof toegevoegd, waardoor water verdampt en de urine indikt. Dit levert een beter te vervoeren hoogwaardige meststof op.

13-1 Warmtewisselaar

Warmte uit lucht uit het verblijf in de zomer wordt door een warmtewisselaar overgedragen naar water. Dit koelt het verblijf. Dit opgewarmde water wordt gebufferd opgeslagen waarna men het in de winter gebruikt om het verblijf op te warmen.

13-2 Toren met turbine

Op het dak van het verblijf een voldoende hoge toren (schoorsteen) plaatsen die door de zon wordt verwarmd. Het verblijf is open waar door het temperatuurverschil en luchtdrukverschil door hoogtetrek ontstaat vanuit het verblijf door de schoorsteen heen. In de schoorsteen kunnen turbines worden geplaatst die elektrische stroom genereren.

13-3 Windturbine

Windturbine is de naam die men gebruikt voor moderne windmolens. Deze worden meestal gebruikt om elektriciteit (groene stroom) op te wekken, soms in grote 'parken' met vele windturbines, bijvoorbeeld in Nederland op de Maasvlakte en in Vlaanderen aan de haven van Zeebrugge.

13-4 Zonnepaneel

Gebruik van zonnepanelen op vlakken die gericht zijn naar de zon toe. Zonnepanelen zetten fotonen om in een elektrische stroom die gebufferd kan worden voor eigen gebruik of levering aan de markt.

13-5 Mestvergister

Door vergisting van mest en coproducten ontstaat biogas dat in een warmtekrachtinstallatie (WKK-installatie) wordt omgezet in warmte en elektriciteit. De warmte wordt gedeeltelijk benut om de vergister op temperatuur te houden. De overschot aan warmte kan men bijvoorbeeld gebruiken voor ruimteverwarming. Het eigen bedrijf kan de elektriciteit gedeeltelijk benutten, het overige deel kan als duurzame elektriciteit worden verkocht aan het energiebedrijf. De vergiste mest kan men op het land uitrijden of verder verwerken tot specifieke meststoffen.

14-1 Regenwater opvangen

Via daken kan regenwater gewonnen worden om het vervolgens te gebruiken als drinkwater voor de varkens en reinigingswater.

14-2 Filtering (zandgrind)

Grijswater kan door een grind/zandfilterzakken gefilterd worden, mits het filter gereinigd kan worden en ontdaan van de schadelijke stoffen.

14-3 Helofytenfilter

De illustratie van het helofytenfilter komt van de website van de 12 ambachten waarop ook een beschrijving staat van de werking:

“een helofytenfilter (...) bestaande uit fijn zand en onder en daarbovenop een laag schelpengrit en in dat zand een woeste kluwen van volgroeide en misschien al weer deels afgestorven rietwortels. In de bovenste gritlaag liggen een paar sproeibuizen die van tijd tot tijd een lading vuil water op het filter loslaten, niet teveel, niet te weinig en met tussenpozen van liefst een paar uur, zodat het filter ‘op adem kan komen’. Hoe verklaar je het wonder van dat glasheldere en op wat nitraatresten na inderdaad zeer zuiver water, dat het filter onderin via het schelpengrit (dat het grootste deel der fosfaten bindt) verlaat? Dat zuiverende werk doen bacteriën, in hoofdzaak zuurstofminnende (aërobe) bacteriën, die zich aan de zandkorrels hechten en die zich snel vermeerderen dankzij de vooral organische voedingsstoffen, die ze uit het vuile water halen. De plantenwortels, in leven net als in de natuur gastheer voor de bacteriën, leveren als ze zijn afgestorven de noodzakelijke koolstof, nodig voor het afbraakproces. Dat verklaart het feit, dat het helofytenfilter een regenererend filter is, dat bij een goede behandeling (dus: geen giftige chemicaliën of olieresten, maar huishoudelijk afvalwater van een natuurlijke samenstelling) tenminste tientallen jaren meegaat. Terwijl de voorganger van het helofytenfilter, het vooral in Amerika vroeger veelvuldig toegepaste zandfilter regelmatig verstopt raakte door toegevoerde organische deeltjes, overkomt het helofytenfilter zoiets nimmer omdat bij ieder van de steeds weer uitlopende rietstengels een doorgang voor het vuile water in het zandoppervlak onder de schelpengrintlaag ontstaat.” <http://www.de12ambachten.nl/water.html>”.

14-4 Sedumdak

Mossen op dak zuiveren het regenwater van schadelijke stoffen.

14-5 Bacteriologische zuivering

Grijswater kan men hergebruiken na zuivering d.m.v. biomechanische zuivering. De illustratie is afkomstig van een website over grijswaterzuivering voor woningen, evenals onderstaande uitleg: “Bij alle grijswatersystemen voor woningen bestaat de eerste fase in de zuiveringscyclus uit enkele of meerdere bio- mechanische zuiveringen in de vorm van zweefbedreactoren. In deze zweefbedreactoren wordt het water belucht en biologisch gezuiverd. Het vuil hecht zich aan de zuurstof en vormt een sedimentlaag op de bodem, die wordt op gezette tijdstippen verwijderd. De reinigende bacteriën zuiveren het water op een natuurlijke biologische wijze.”

http://www.dehoust.de/PDF/Grijs_water.pdf

14-6 Membraanfilter

Bacteriën en virussen worden gescheiden van het water door een membraanfilter. Onderstaande uitleg komt van een website over grijswaterzuivering voor woningen, evenals de illustratie uit het morfologisch diagram:

“De moderne membraanfilters met nanofiltrage werken met een minimale druk, de zwaartekracht is voldoende om het water door de membraanfilter te laten stromen. Groot voordeel is dat hiervoor geen energie meer vereist is en er een betere eenvoudiger controlemogelijkheid is. Dit filter heeft namelijk een bepaalde weerstand”. http://www.dehoust.de/PDF/Grijs_water.pdf

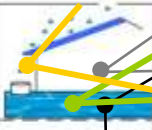
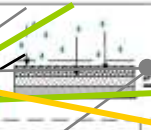
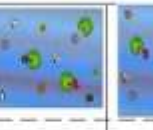
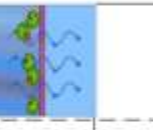
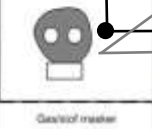
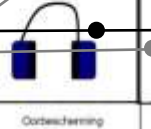
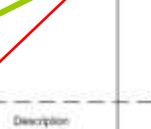
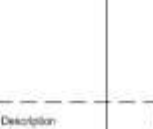
15 1-3 Werkklimaat beschermen boer

Eenvoudige maatregelen om de boer te beschermen tegen het varkensklimaat door gebruik van een gas- of stofmasker, oorkleppen en of overal(werkkleding).

Bijlage 7 Morfologisch diagram met keuzelijnen

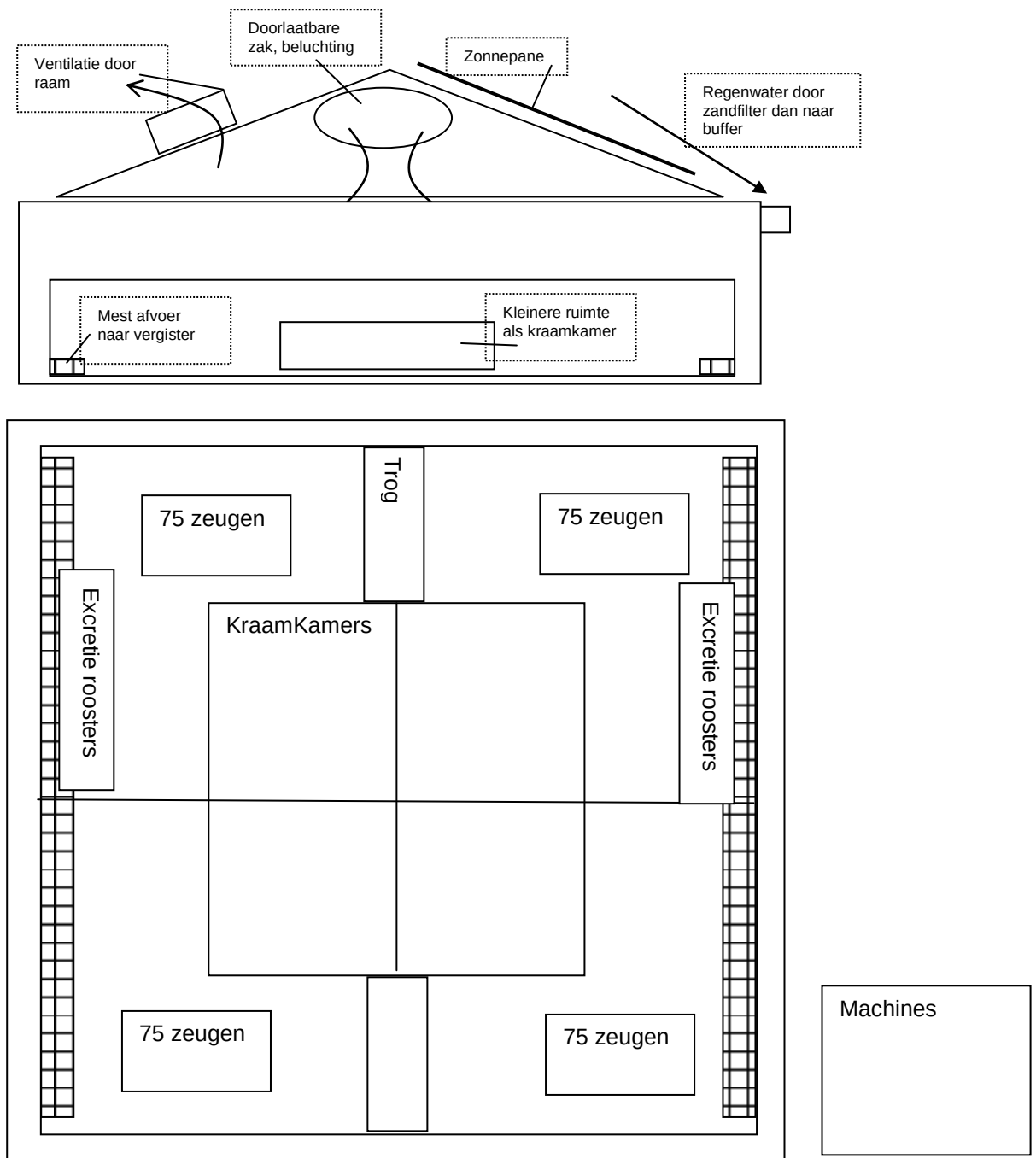


Morphologic chart – part 2

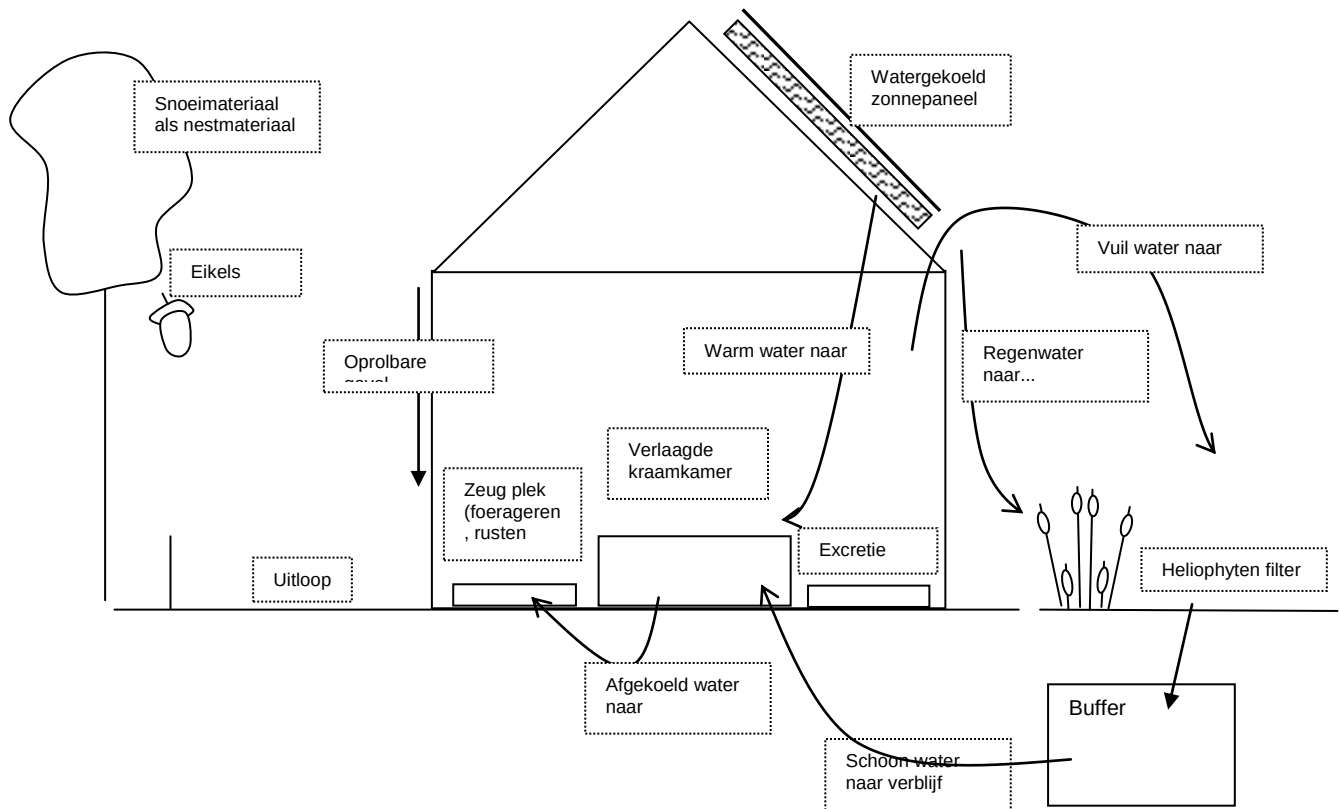
Grpwater inkomsten							Description	Description	Description
	Regenwater winning	Fibering (sand/gind)	Houten filter	Sediment	Bacteriologische zuivering	Membran filter	Description	Description	Description
Leefmilieu: bescherming							Description	Description	Description
	Gasloof masker	Coatbescherming	Beschermende kleding	Description	Description	Description	Description	Description	Description

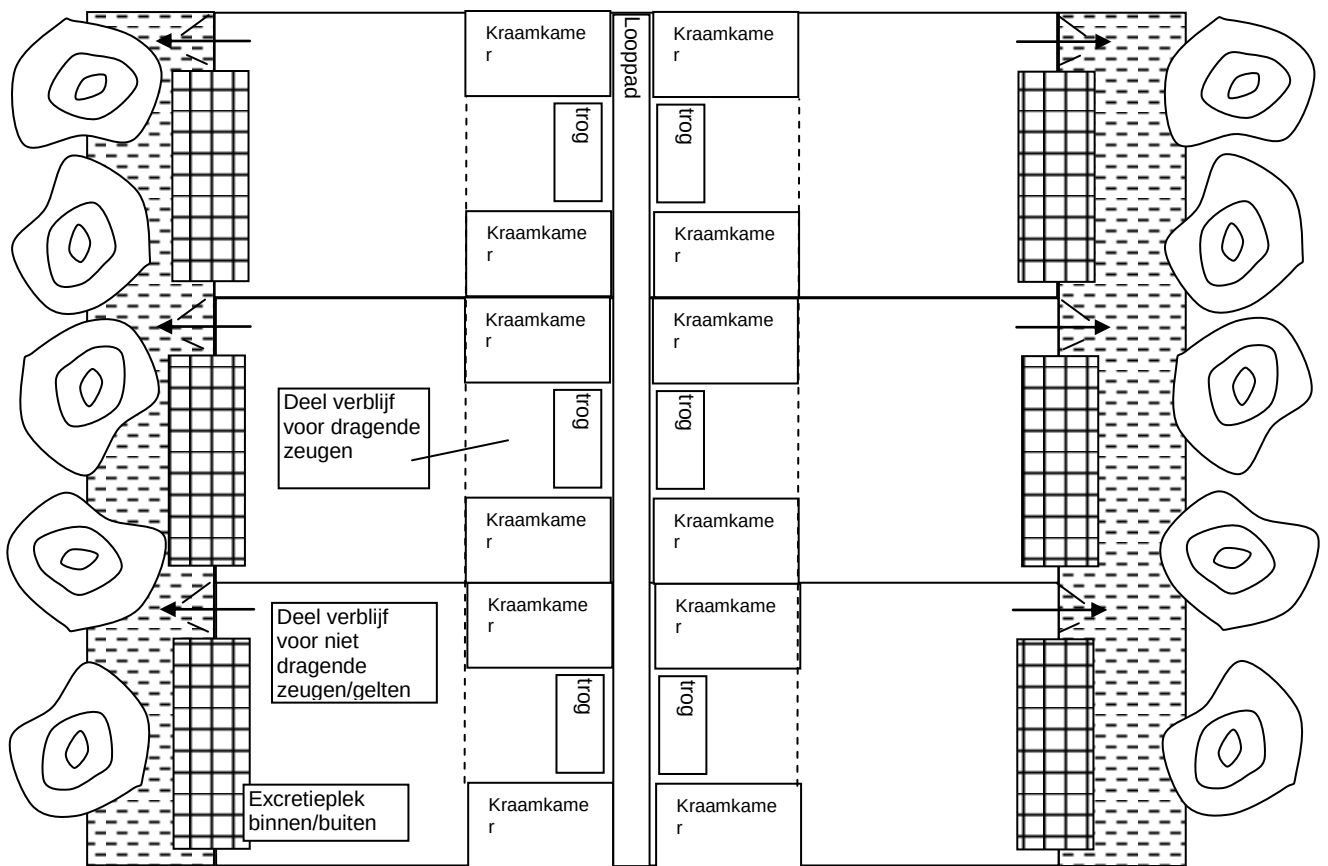
	1: Biggetjes centraal!
	2: De kleine eik
	3: Natuurlijk Welzijn
	4: High-tech
	5: Pigs paradise

Bijlage 8 Situatieschets van systeem 1: “Biggetjes centraal” (voor- en bovenaanzicht)



Bijlage 9 Situatieschets van systeem 2: “De kleine eik” (voor- en bovenaanzicht)





Bijlage 10 Input en output van PigFarm Application.xls

Technical Data Farrowing Section

Settings of technical production parameters

Farrowing index	1,8	Surplus-% WFP	10 %
Suckling period	70 days	Transfer age WP	70 days
Weaned piglets/pen	13	Resting days sows	18 days
Age starter gilts	70 days	% not pregnant at 1st	13 %
Age mature gilts	180 days	Loss days cat. 1	7 days
Age 1st insemination	210 days	Loss days cat. 2	7 days
FP settling period	7 days	% drop out sows	40 %
Gestation time	112 days	% gilts purchased	0 %
FP cleaning period	7 days	% drop out gilts cat. 1	30 %
WFP cleaning period	7 days	% drop out gilts cat. 2	5 %
Weaned per litter	8,5	Extra time in gilts-pen	0 days
Surplus-% FP	10 %		

☒ Breeding Section
☐ Section for finishing pigs

Read System defaults OK

	Amount	Req. Pen Floor area (m ²)		Req. Free Range area (m ²)	
		Total Floor	Solid Floor	Paved	Non-paved
Farm style	Organic / Biologisch				
Nr of Sows	300				
Nr of Litters per week:	5,77				
Nr of Farrowing pens					
option 1: move piglets after weaning	76	570	285	0	190
option 2: don't move piglets after weaning	76	570	285	0	190
Nr of Pens for Weaned piglets					
Nr of animals per pen	13				
option 1: move piglets after weaning	4	31	16	0	31
Nr of Places for Sows without piglets					
Less equal 30 days pregnant	43	108	54	0	82
More than 30 days pregnant	67	168	84	0	127
Nr of Places for Gilts					
Growing Gilts	52	130	65	0	99
Mature Gilts to 1st insemination	14	35	18	0	27
Pens for Finishing pigs:					
Nr of places growers	322	354	177	0	258
Nr of places fatteners	433	563	281	0	433
Nr of Pens growers	16				
Nr of Pens fatteners	43				
Nr of Pens growers per week	2				
Nr of Pens fatteners per week	5				
Totals indoor + paved free range area (m²)	1927	1927	964	0	
option 1: weaned piglets moved additional area (m ²)	31	31	16	0	
option 2: weaned piglets not moved additional area (m ²)	0	0	0	0	
Meat production per year (kg)					
Nr of finishing pigs per year	2199				
AA quality	0				
A quality	102446				
B quality	30601				
C quality	0				
Minerals production (N and P) (kg)					
P - prod. and land allocation	12017				1413708
N - prod. and land allocation in ha grassland equivalents	9432				554824
Production permits: Pig units needed					
breeding	822				
non-breeding	801				
Totals non-paved + (grass)land allocation (ha)					141,4

Literatuur

- Aarnink, André, Karel de Greef, Tia Hermans, Hans Langeveld, Renate Leopold, and Joke Luttik. "Functieanalyse Diersystemen Nu En in 2040." Lelystad: Wageningen, 2000.
- Animal Science group. *Handboek Varkenshouderij*. Lelystad: ASG 2004.
- Bax, W. "De Landbouwsector Is En Blijft Een Economische Grootmacht." *Trouw*, 28 februari 2008 2008, 2-3.
- Bax, W. "De Overheid Droomt, De Boer Ploegt Voort." *Trouw* 2008, 2-3.
- Bonjer, J. "Megastallen Ongewenst in Nederlandse Landschap " *Algemeen Dagblad*, 29 februari 2008 2008.
- Bracke, MBM. "Modelling of Animal Welfare: The Development of a Decision Support System to Assess the Welfare of Pregnant Sows." Wageningen university and research, 2001.
- ComfortClass. *Www.Comfortclass.Nl* 2008 [cited 24 oktober 2008].
- De Lauwere, C., and J. Luttik. "Welzijn, Wel Doen... Vernieuwingsinitiatieven in De Varkenshouderij." Edited by ASG. Lelystad: ASG, 2006.
- Eijck, I.A.J.M., E.A.A. Smolders, M.A. van der Gaag, and M.H. Bokma-Bakker. "Diergezondheid Biologische Houderij Versus Gangbare Houderij." 2003.
- Gezonde Dieren Deventer.
- [Http://Www.Gddeventer.Com/Templates/Dispatcher.Asp?Page_Id=1456363](http://Www.Gddeventer.Com/Templates/Dispatcher.Asp?Page_Id=1456363) 2008 [cited 24 oktober 2008].
- Habicht, M. and R. Struwe. "Investigations of the Attitude and Use of Pigs from Ancient Times until Modern Times." *Tierärztliche Umschau* 62, no. 7 (2007): 383-91.
- Hoste, R., and N. Bondt. "Productiekosten Varkensvlees." Den Haag: Lei, 2006.
- Hulsen, J., K. Scheepens. *Varkens Signalen: Praktijkgids Voor Diergericht Varkenshouden* Zutphen: Roodbont uitgeverij 2005
- Janssens, Janneke. "Deense Beurs Toont Praktische Nieuwigheidjes." *Varkens*, no. 9 februari (2008): 35-37.
- Janssens, Janneke. "Frisse Kraamstal Met Warm Nest." *Varkens*, no. 16 april (2008): 46-47.
- Janssens, Janneke. "Kempfarm Systeem Milieuvriendelijk En Kosten Efficient." *Varkens*, no. 22 augustus (2007): 40-41.
- Kijlstra A., M. Mul en G. Wolters. "Borging Veiligheid Biologisch Varkensvlees." 2004.
- Klein-Swormink, Berrie. "Kansen Voor Onbekende Technieken." *Varkens*, no. 22 augustus (2007): 20-21.
- Klein-Swormink, Berrie. "Varkenshouders Maken Zich Op Voor De Toekomst." *Varkens*, no. 28 maart (2007): 12-14.
- Klein-Swormink, Berrie. "Warme Stallen Met Minder Energie." *Varkens*, no. 22 augustus (2007): 12-14.
- Lamers, John. "Biogas En Windenergie Rendabele Duurzame Energiebronnen." *Varkens*, no. 12 mei (2006): 20-21.
- Lamers, John. "Doorontwikkeling Technieken Biedt Kansen." *Varkens*, no. 12 december (2007): 20-21.
- Lamers, John. "Objectieve Meetmethode Welzijn in Ontwikkeling." *Varkens*, no. 19 april (2006): 47.
- Lamers, John. "Technieken Goed Op Elkaar Afstemmen." *Varkens*, no. 12 december (2007): 16-17.
- Lamers, John. "Topresultaat Met Stro En Voerstations." *Varkens*, no. 19 april (2006): 52-53.
- Lamers, John. "Zonnestroom Extra Opbrengst Zonder Extra Arbeid." *Varkens*, no. 16 juli (2008): 30-31.
- Littmann, Edgar. *Praktische Sauenhaltung* München: BLV Verlagsgesellschaft mbH, 1997.
- Moraal, Marloes, Jorine Rommers, and Ferry Leenstra. "Dragende Zeugen Naar Comfort Class: Behoeften Van Het Varken." Lelystad: ASG, 2008.
- Oostdam, J.W.M. en van 't Ooster, A. *Reader Methodical Approach to Engineering Design*. Leerstoelgroep Agrarische Bedrijfstechnologie, Wageningen Universiteit en Researchcentrum– Wageningen, 2004.
- Projectteam-Varkansen. "Brainstormsessie Groepshuisvesting Dragende Zeugen." Lelystad: ASG, 2008.
- Schreuder, A. "'Boeren Worden Dol Van De Regeltjes'; Aan Tafel Bij Het Cda-Kamerlid Annie Schreijer-Pierik, Twentse Varkenshoudster." *NRC Handelsblad*, 5 april 2008 2008.
- Siers, F.J. *Methodisch Ontwerpen volgens H.H. van den Kroonenberg*. Wolters Noordhoff Groningen – Houten, derde druk 2004, ISBN 90 01 50901 0
- Sligter, A. "Al Wil Niemand Megastallen, Ze Weren Doet Ook Niemand." *de Volkskrant*, 25 juni 2008 2008, 2.

- Sligter, A. "De Varkensboer Zit Aan Zijn Tax." *de Volkskrant*, 21 augustus 2007 2007, 2.
- Sligter, A. "Vrolijke Varkens." *de Volkskrant*, 28 januari 2008 2008, 9.
- Spoolder H., et al. *Themaboek Scharrelhouderij*. Lelystad Praktijkonderzoek veehouderij, 2001.
- Thelosen, Jos. "Werkgemak Voorop Bij Systeemkeuze." *Varkens*, no. 18 januari (2006): 12-15.
- Trouw. "Milieudefensie Geeft Tips Om Actie Te Voeren Tegen Megastal." *Trouw*, 24 mei 2008 2008, 14-15.
- Van den Kroonenberg, H.H., en Siers, F.J. *Methodisch Ontwerpen: ontwerpmethoden, voorbeelden, cases en oefeningen*. Educatieve Partners Nederland BV – Houten, tweede druk, 1998, ISBN 90 11 04529 7
- Vrolijk, H. <http://www.Strategyandinnovation.Nl/Uploads/File/Sandi/6-Varkens.Pdf> 2008 [cited 24 oktober 2008].
- Waninge, Arend. "Megastal Kan Visitekaartje Van De Sector Worden." *Varkens*, no. 16 april (2008): 24-25.
- Waninge, Arend. "Vormgeving Van Stallen Moet Eerder Op De Agenda." *Varkens*, no. 16 april (2008): 15-17.
- Wiseman J., MA. Varley, S. McOrist , and B. kemp. *Paradgims in Pig Science* Nottingham: Nottingham university press 2007.
- Zonderland, Johan. "Behoeften Van Het Varken." Lelystad: ASG, 2008.
- Zonderland, Johan. "Knelpunten Huisvesting Dragende Zeugen." Lelystad: ASG, 2008.
- Zonderland, Johan. "Programma Van Eisen Ten Behoeve Van Een Houderijsysteem Voor Dragende Zeugen, Dat Tegemoet Komt Aan De Behoeften Van Het Dier." Lelystad: ASG, 2008.

Persoonlijke communicatie met:

Onno van Eijk, ASG Lelystad
Bert van 't Ooster, ABT Wageningen
Peter Groot Koerkamp, ABT Wageningen
Hanneke Pompe, ABT Wageningen



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl