

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
E-mail: visserijonderzoek.asg@wur.nl
Internet: www.rivo.wageningen-ur.nl

Centrum voor
Schelpdier Onderzoek
Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax.: 0113 573477

Rapport

Nummer: C057/05

Technische en economische haalbaarheid van een forellenkwekerij te Sterksel

Ir. E. Schram

Opdrachtgever: CMS Derks Star Busmann
Postbus 85250
3508 AG Utrecht

Contactpersoon: dhr. A. Moret

Project nummer: 357 12235 06

Contract nummer: 04.091

Akkoord: drs. E. Jagtman
Hoofd onderzoeksorganisatie

Handtekening: _____

Datum: 1 september 2005

Aantal exemplaren: 15
Aantal pagina's: 32
Aantal tabellen: 9
Aantal figuren: 7
Aantal bijlagen: 4

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds 1
juni 1999 geen deel meer uit van
het Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit. Wij
zijn geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam nr.
34135929
BTW nr. NL 811383696B04.

De Directie van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV; opdrachtgever vrijwaart het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets van dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

Aanleiding.....	3
Vraag 2: Waterkwaliteitseisen van regenboogforel.....	5
Vraag 3: Kwaliteit van het vijverwater	8
Vraag 4, 5 en 6 Maatregelen en voorzieningen ter voorbehandeling van het vijverwater	11
Vraag 10 en 11 Economische haalbaarheid forellenkwekerij.....	13
Literatuur.....	32

Aanleiding

De opdrachtgever wil inzicht krijgen in de technische en economische haalbaarheid van een forellenwekerij te Sterksel.

Vraagstelling

De centrale vraag is of het technisch mogelijk is om overeenkomstig de plannen van dhr. Kursten op het perceel van Dhr. Kursten te Sterksel een rendabele forellenwekerij te realiseren. Deze centrale vraag valt uiteen in de onderstaande 13 door de opdrachtgever gespecificeerde deelvragen.

1. Waarom is in 2001, nadat fase 1 voltooid was, geen aanvang genomen met de visweek?
2. De vis wordt in bassins gehouden binnen in een bedrijfshal en heeft om te groeien en in leven te blijven geschikt water nodig.
 - a. Uitgaande van deze omstandigheid, aan welke eisen en voorwaarden moet dat water voldoen?
 - b. Welk specifiek water heeft Dhr. Kursten nodig?
 - c. Waaraan moet dat water voldoen voor wat betreft **temperatuur**?
 - d. Welke **stoffen** moeten in dat water zitten en welke mogen er beslist niet in zitten?
 - e. Welke stoffen zijn schadelijk voor het **kweken**?
 - f. Welke stoffen zijn schadelijk voor het **houden** van vis?
 - g. Welke vissoorten zijn bestand tegen de **van nature** in dat water aanwezige stoffen?
 - h. Welke stoffen zijn schadelijk voor **alle vissoorten**?
3. Het water in de bassins wordt uit de vijver gehaald.
 - a. Is dat **vijverwater** geschikt voor de teelt in de bassins?
 - b. Als dat vijverwater ongeschikt is, waaruit blijkt die ongeschiktheid?
 - c. Kan het ongeschikt gebleken vijverwater worden behandeld zodanig dat het behandelde water wel geschikt wordt?
4. Welke **maatregelen** en **voorzieningen** heeft Dhr. Kursten genomen om de bassins van geschikt water te voorzien?
5. Zijn deze maatregelen voldoende?
6. Als de genomen maatregelen ontoereikend zijn, welke aanvullende maatregelen zijn dan nog nodig?
7. Als mocht blijken dat het water in de vijver ongeschikt is, zijn de oorzaken daarvan afkomstig van de **omgeving**?
8. Wordt het grondwater verontreinigd door de **landbouw** die rondom de zandput wordt uitgeoefend?
9. Of zijn andere oorzaken van verontreiniging aan te wijzen?
10. Is het in de situatie zoals in Sterksel eigenlijk mogelijk en economisch haalbaar om een visweek van 40 ton per jaar te starten?
11. Wat is het antwoord bij hogere tonnages per jaar tot 500 ton?
12. Is het mogelijk een **alternatief** voor de visweek te realiseren?

13. Kunnen de vijvers en opstallen in samenhang geschikt worden gemaakt voor een andere agrarische activiteit?

Een aantal van de bovengenoemde vragen valt buiten het expertiseveld van RIVO en kan daarom niet door RIVO beantwoord worden. Dit betreft de volgende vragen;

Vraag 1, 7, 8, 9, 12 en 13. Deze vragen worden in het vervolg van dit rapport daarom buitenbeschouwing gelaten.

Afbakening

Waar in dit rapport gesproken wordt over forel dan wordt daarmee bedoeld de regenboogforel.

Opbouw van dit rapport

In het vervolg van dit rapport worden de vragen hoofdstuksgewijs beantwoord. Per vraag wordt beschreven welke methoden en informatiebronnen benut zijn om de vraag te beantwoorden.

Vraag 2: Waterkwaliteitseisen van regenboogforel

Vraag 2a t/m 2f De vis wordt in bassins gehouden binnen in een bedrijfshal en heeft om te groeien en in leven te blijven geschikt water nodig.

- Uitgaande van deze omstandigheid, aan welke eisen en voorwaarden moet dat water voldoen?
- Welk specifiek water heeft Dhr. Kursten nodig?
- Waarom moet dat water voldoen voor wat betreft **temperatuur**?
- Welke **stoffen** moeten in dat water zitten en welke mogen er beslist niet in zitten?
- Welke stoffen zijn schadelijk voor het **kweken**?
- Welke stoffen zijn schadelijk voor het **houden** van vis?

De vragen 2a t/m 2f kunnen als volgt samengevat worden: aan welke criteria moet het kweekwater voldoen voor overleving en groei van regenboogforel. Om deze vraag te beantwoorden is een tabel samengesteld die de eisen van de regenboogforel ten aanzien van 28 waterkwaliteitsparameters weergeeft (Tabel 1). Dit betreft waterkwaliteitsparameters die algemeen gehanteerd worden voor het vaststellen van de geschiktheid van water voor de teelt van vis.

Per waterkwaliteitsparameter worden maximaal drie waarden weergegeven. Dit zijn de optimale waarde, de ondergrens en de bovengrens. De optimale waarde betreft de waarden waarbij de regenboogforel optimaal functioneert. De onder- en de bovengrens betreffen de grenswaarden voor de betreffende waterkwaliteitsparameter voor overleving van de regenboogforel.

Tabel 1 Water kwaliteitseisen van Regenboogforel

Parameter ¹	Optimale waarde(n)	Ondergrens	Bovengrens	Opmerkingen	Bronnen
Temperatuur (°C)	15-18	0	27		(Stickney 1991)
Zuurstof (O ₂)	Verzadiging	>7			(Brannon 1991)
pH ²	6,7-8,5				(Brannon 1991)
Kooldioxyde (CO ₂)	<2.0				(Brannon 1991)
Kooldioxyde (CO ₂)		0	10		(Heinen, 1995)
Ammoniak-N (NH ₃ -N)	0		<0,05 piek, < 0,02 constant		(Brannon 1991) (Heinen, 1995)
Nitriet-N (NO ₂ ²⁻ -N)	0		<0,5		(Brannon 1991)
Nitraat-N (NO ₃ ⁻ -N)	0-3				(Brannon 1991)
Nitraat-N (NO ₃ ⁻ -N)			20		(Heinen, 1995)
Totale hardheid (°D)	10-400				(Heinen, 1995)
Alkaliniteit (CaCO ₃)	80-200				(Brannon 1991)
Alkaliniteit (CaCO ₃)	10-400				(Heinen, 1995)
IJzer (Fe)			<1,0		(Brannon 1991)
IJzer (Fe)			0,1		(Heinen, 1995)
Arseen (As)			0,05; 0,19		(Heinen, 1995)
Magnesium (Mg)			15; 28		(Heinen, 1995)
Calcium (Ca)			4-160		(Heinen, 1995)
Nikkel (Ni)			0,05		(Heinen, 1995)
Zink (Zn)			<0,04	bij pH 7,6	(Brannon 1991)
Zink (Zn)			0,005		(Heinen, 1995)
Barium (Ba)			<5,0		(Heinen, 1995)
Aluminium (Al)			<0,1		(Post 1987)
Mangaan (Mn)			0,01-1,0		(Heinen, 1995)
Koper (Cu)			<0,006	Alkaliniteit >100 mg/l	(Brannon 1991), (Heinen, 1995)

Vervolg tabel 1

Parameter ¹	Optimale waarde(n)	Ondergrens	Bovengrens	Opmerkingen	Bronnen
Koper (Cu)			<0,3	Alkaliniteit <100 mg/l	(Brannon 1991), (Heinen, 1995)
Lood (Pb)			<0,02		(Heinen, 1995)
Chroom (Cr)			<0,03		(Heinen, 1995)
Kwik (Hg)			<0,02		(Heinen, 1995)
Cadmium (Cd)			0,006	Alkaliniteit >100 mg/l	(Heinen, 1995)
Cadmium (Cd)			0,03	Alkaliniteit <100 mg/l	(Heinen, 1995)
Sulfaat (SO ₄ ²⁻)			50 1500		(Heinen, 1995)
Waterstofsulfide (H ₂ S)			<0,002		(Brannon 1991)
CZV	<10		25		
Zwevende vaste stof			80 5000		(Brannon 1991), (Heinen, 1995)
Opgeloste vaste stof			400 2000		(Brannon 1991), (Heinen, 1995)

¹ eenheden in mg/l tenzij anders vermeld

² pH is eenheidloos

*Vraag 2g Welke vissoorten zijn bestand tegen de **van nature** in dat water aanwezige stoffen?*

Het voert te ver om voor alle vissoorten na te gaan en te rapporteren in hoeverre ze wel of niet bestand zijn tegen stoffen die aanwezig zijn in het water van Dhr. Kursten. Om die reden wordt deze vraag beperkt door deze slechts te beantwoorden voor vissoorten die relevant zijn voor de Nederlandse aquacultuur. Aangezien het vijverwater van Kursten zoet is, kunnen zoutwater vissen buiten beschouwing gelaten worden. De lijst van vissoorten waarvoor deze vraag beantwoord dient te worden kan op deze manier beperkt worden tot paling, Afrikaanse meerval, tilapia en karperachtigen. Voor al deze soorten geldt dat ze minder hoge eisen stellen aan de waterkwaliteit dan regenboogforel. Dit betekent dat indien het vijverwater geschikt geacht wordt voor de teelt van regenboogforel ook geconcludeerd kan worden dat het water geschikt is voor de teelt van paling, Afrikaanse meerval, tilapia en karperachtigen. Hierbij moet echter de kantekening geplaatst worden dat voor de hiergenoemde soorten verwarming van het kweekwater noodzakelijk is voor overleving en groei van deze vissen. Voor beantwoording is het echter noodzakelijk om te weten welke stoffen zich in het water van Dhr. Kursten bevinden. Die vraag wordt beantwoord als onderdeel van vraag 3. Het definitieve antwoord op vraag 2g wordt daarom gegeven als onderdeel van vraag 3.

Opgemerkt dient te worden dat bij het vaststellen van de kwaliteit van het vijverwater geen onderscheid gemaakt kan worden tussen van nature aanwezige stoffen en waterkwaliteitskenmerken en onnatuurlijk aanwezige stoffen en waterkwaliteitskenmerken.

*Vraag 2h Welke stoffen zijn schadelijk voor **alle vissoorten**?*

Het is niet mogelijk om alle stoffen te benoemen die schadelijk zijn voor alle vissoorten. Deze vraag wordt beantwoord door de belangrijkste groepen van voor vissen toxische stoffen te benoemen. Tabel 2 geeft een overzicht van de belangrijkste groepen stoffen met een toxische werking in vissen. Heel duidelijk is dat er zeer veel stoffen zijn die een toxisch effect op vissen kunnen hebben.

Tabel 2 Overzicht van de belangrijkste groepen stoffen met een toxische werking in vis.

Groep	Voorbeelden	Toelichting
Zuurstofverbruikende stoffen	Huishoudelijk afvalwater, organisch materiaal	Toevoeging en aanwezigheid van zuurstof verbruikende stoffen kunnen zuurstof sneller verbruiken dan aangevuld wordt. Hierdoor kan de zuurstofconcentratie dalen tot onder de minimale door de vis vereiste concentratie.
Toxische metalen	Aluminium, arseen, antimoon, cadmium, chroom, koper, ijzer, mangaan, kwik, lood, uranium, zink e.a.	Metalen komen door de hele aardkorst voor en vissen zijn altijd met metalen in contact geweest. Industrialisatie heeft het vrijkomen van metalen in water versneld. De gevolgen van blootstelling van vis aan metalen in toxische concentraties zijn zeer divers. De toxiciteit is vaak afhankelijk van andere waterkwaliteitsaspecten zoals hardheid, pH, temperatuur, andere opgeloste stoffen.
Natuurlijk in water voorkomende ionen	Ionen van calcium, magnesium, natrium, kalium, sulfaat, carbonaat, chloride. Van opgeloste ionen in natuurlijke water maken de bovengenoemde 90-95% uit.	Deze ionen zijn essentieel voor normale overleving van vissen. Echter in relatief hoge concentraties of ongewone combinaties kunnen deze ionen toxisch zijn.
Toxische gassen	Ammonia, chloor, broom, waterstofsulfide, kooldioxide, ozon e.a.	Toxische gassen in water kennen vele bronnen: industriële vervuiling, biologische afbraak van organisch materiaal, normale uitscheiding door aquatische organismen waaronder vissen, fotosynthese en vulkanische activiteit.
Toxische organische verbindingen	Amines, amides, alcoholen, aldehydes, cyaniden, fenolen, oplosmiddelen, organische zuren en zouten, e.a.	Het aantal organische verbindingen met een mogelijk toxische werking op vissen dat wereldwijd als vervuiling in wateren terecht is gekomen is zeer groot.
Pesticiden	Gechloreerde koolwaterstoffen, organofosfaten	
Stoffen met een therapeutische werking	Malachiet groen, formaldehyde, e.a.	

Vraag 3: Kwaliteit van het vijverwater

Het water in de bassins wordt uit de vijver gehaald.

- a. Is dat **vijverwater** geschikt voor de teelt in de bassins?*
- b. Als dat vijverwater ongeschikt is, waaruit blijkt die ongeschiktheid?*
- c. Kan het ongeschikt gebleken vijverwater worden behandeld zodanig dat het behandelde water wel geschikt wordt?*

Opgemerkt dient te worden dat het vaststellen van de kwaliteit van het vijverwater van Dhr. Kursten een momentopname betreft. De waterkwaliteit is naar alle waarschijnlijkheid onderhevig aan veranderingen als gevolg van omgevingsfactoren zoals dagelijks veranderende weersomstandigheden en mogelijk agrarische of industriële activiteiten in de nabijheid van de vijver. Aangaande mogelijke waterkwaliteitsveranderingen als gevolg van agrarische of industriële activiteiten dient opgemerkt te worden dat het RIVO aan expertise en informatie ontbreekt om hier een gefundeerde uitspraak over te kunnen doen. Daarnaast kan het gebruik van het vijverwater als teeltwater voor forel, het behandelen van het water en terugleiden van het water naar de vijver van invloed zijn op de kwaliteit van het vijverwater.

Vraag 3a en 3b worden beantwoord door de lijst van waterkwaliteitseisen van regenboogforel (zie vraag 2) te vergelijken met de kwaliteit van het water van Dhr. Kursten. Hier toe zijn tijdens het bezoek aan Dhr. Kursten d.d. 24-3-2005 watermonsters genomen. De watermonsters zijn genomen aan het wateroppervlak van de noordoostelijke oever van de vijver gedefinieerd als fase 1.

Uit vraag 2 is gebleken dat er zeer veel stoffen bestaan die, indien aanwezig, het vijverwater in potentie ongeschikt maken voor de teelt van regenboogforel. Het is echter praktisch onhaalbaar om het vijverwater op aanwezigheid al deze stoffen te testen. Omstandigheden zoals regionale industriële of agrarische activiteiten in relatie tot bijvoorbeeld grondwaterstromingen kunnen aanleiding zijn om water specifiek op bepaalde schadelijke stoffen te testen. Het ontbreekt RIVO echter aan expertise om vast te stellen of er op basis van bepaalde omstandigheden een vergrootte kans bestaat op de aanwezigheid van specifieke, voor regenboogforel mogelijk schadelijke stoffen. Om die reden zijn de watermonsters geanalyseerd op waterkwaliteitsparameters waarvoor in tabel 1 grenswaarden zijn opgenomen (vraag 2)

De analyse van de watermonsters is uitgevoerd door Omegam Laboratoria te Amsterdam. De watermonsters zijn door RIVO genomen in door Omegam geleverde flessen en vervolgens opgeslagen overeenkomstig de voorschriften van Omegam. Het analysecertificaat wordt weergegeven in Bijlage 1. In Tabel 3 worden de analyse resultaten alsook de grenswaarden voor de betreffende waterkwaliteitsparameter weergegeven (overeenkomstig Tabel 1).

Tabel 3 Resultaten van de waterkwaliteitsanalyse van het vijverwater van Dhr. Kursten vergeleken met de grenswaarden voor regenboogforel.

Waterkwaliteitsparameter	Grenswaarden voor regenboogforel	Analyse resultaat vijverwater	Grenswaarde overschreden?
Onopgeloste bestanddelen (mg/l)	80 tot 5000	2,1	Nee
Totaal ammonium (mg N/l) ^a	pH en temperatuur afhankelijk	0,1	Nee, zie voetnoot
Ammoniak (NH ₃ -N) (mg N/l)	<0,02 constant <0,05 piek	pH en temperatuur afhankelijk	
Nitraat (mg N/l)	20	0,05	Nee
Nitriet (mg N/l)	0,5	0,01	Nee
Totale hardheid (°D) ^b	10 tot 400	8,4	Nee
Chemisch zuurstof verbruik (mg/l)	25	17	Nee
Calcium (mg/l)	4-160	48	Nee
Magnesium (mg/l)	15, 28	7,1	Nee
Arseen (µg/l)	19, 50	<2	Nee
Cadmium (µg/l)	6	<0,1	Nee
Chroom (µg/l)	30	<1	Nee
Koper (µg/l)	6	2	Nee
Kwik (µg/l)	20	<0,02	Nee
Lood (µg/l)	20	<1	Nee
Nikkel (µg/l)	50	2	Nee
Zink (µg/l)	40	6	Nee

^a De vorm waarin in water opgelost ammonium voorkomt, NH₃ of NH₄⁺, is met name afhankelijk van de pH en de temperatuur van het water. Bij een hogere pH en temperatuur neemt het aandeel van het voor vissen giftige NH₃ toe ten koste van het minder giftige NH₄⁺. Hierdoor is de giftigheid van ammonium en de maximaal toelaatbare ammoniumconcentratie sterk afhankelijk van de pH en de temperatuur van het water. De in tabel 1 en 3 opgenomen grenswaarde voor regenboogforel betreffen het giftige NH₃. De analyse van het vijverwater betreft het totaal van NH₃ en NH₄⁺. Om vast te stellen of de ammoniumconcentratie van het vijverwater de grenswaarden voor NH₃ voor regenboogforel overschrijdt, moet aan de hand van de pH, de temperatuur van het vijverwater en de concentratie ammonium de NH₃ concentratie vastgesteld worden. De pH van het vijverwater is echter niet gemeten. De reden hiervoor is dat de pH sterk afhankelijk kan zijn van de weersomstandigheden, het seizoen en het tijdstip op de dag waarop gemeten wordt. Hierdoor is een enkele meting slechts een momentopname en geenszins representatief. Uit tabel 1 blijkt echter dat voor de regenboogforel de pH zich tussen de 6,7 en 8,5 moet bevinden. Daarnaast heeft Dhr. Kursten aangegeven te verwachten dat de temperatuur van het vijverwater zich door het jaar heen globaal tussen de 5° en 20°C zal bevinden (zie hieronder). Gezien de range waarbinnen de temperatuur en pH van het vijverwater zich mogen bevinden is voor iedere combinatie van watertemperaturen van 5, 10, 15 en 20°C en pH waarden van 7,0, 8,0, 8,3 en 9,0 de NH₃ concentratie uitgerekend op basis van de methode beschreven door LeRoy Creswell (1993). De resultaten worden weergegeven in Tabel 4. Uit de resultaten blijkt dat slechts bij een pH van 9,0 de grenswaarde voor NH₃ (0,02 mg/l) wordt overschreden bij 15° en 20°C. De NH₃ concentraties bedragen dan respectievelijk 0,021 en 0,028 mg/l. Een pH waarde van 9,0 valt echter buiten de voor regenboogforel toegestane range van pH waarden van het kweekwater (tabel 1). Bij een pH waarde van 8,3 wordt de grenswaarde van 0,02 mg/l in geen geval overschreden (Bijlage 2). Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat het ammoniumgehalte van het vijverwater geenszins een belemmering vormt voor het gebruik van dit water voor de kweek van regenboogforel.

Tabel 4 Ammoniak (NH₃) concentraties in het vijverwater bij verschillende pH waarden en temperaturen op basis van een totaal ammoniumconcentratie van 0,1 mg N/l.

		pH			
Temperatuur		7	8	8,3	9
5°C	[NH ₃ -N] (mg/l)	0,0001	0,0012	0,0242	0,1107
10°C	[NH ₃ -N] (mg/l)	0,0002	0,0018	0,0036	0,0157
15°C	[NH ₃ -N] (mg/l)	0,0003	0,0027	0,0053	0,0214
20°C	[NH ₃ -N] (mg/l)	0,0004	0,0038	0,0073	0,0283

^b In het analyse certificaat wordt de Totale hardheid uitgedrukt in (meq/l). In tabel 1 wordt de Totale hardheid uitgedrukt in (°D). Een Totale hardheid van 3,0 meq/l zoals gemeten in het vijverwater komt overeen met $3,0 * 2,8 = 8,4$ °D.

Uit tabel 3 blijkt dat geen van de concentraties van de gemeten waterkwaliteitsparameters van het vijverwater de grenswaarden voor regenboogforel overschrijdt. Op basis van de in deze studie uitgevoerde analyse van het vijverwater bestaat daarom geen aanleiding om het vijverwater als ongeschikt voor de kweek van regenboogforel te bestempelen. Echter vanwege het bestaan van een zeer grote aantal stoffen met een schadelijk effect op vissen in het algemeen is het onmogelijk om volledig te zijn in de analyse van de watermonsters. Het uitvoeren van een bio-assay kan daarom nuttig zijn. In een bio-assay worden onder gecontroleerde omstandigheden regenboogforellen gedurende een bepaalde periode gehuisvest in het betreffende vijverwater. Door het observeren van het functioneren van de vis kan worden vastgesteld of het water voor de vis schadelijke stoffen bevat.

Hoe de kwaliteit van het vijverwater zich op de langere termijn ontwikkelt als gevolg van het gebruik van het vijverwater voor visteelt en het terugbrengen van het water in de vijver, valt buiten de huidige onderzoekopdracht. Opgemerkt dient echter te worden dat de kwaliteit van het vijverwater op termijn mogelijk aan veranderingen onderhevig zal zijn ten gevolge van het gebruik voor visteelt. Het gevaar bestaat dat onder bepaalde omstandigheden de vuilproductie door de forel groter is dan de omzettingcapaciteit van het helofytenfilter en de vijverbodem. In dat geval treedt (tijdelijke) accumulatie van nutriënten op in het vijverwater. De snelheid waarmee biologische omzettingprocessen plaatsvinden in het helofytenfilter en in de vijverbodem is afhankelijk van de watertemperatuur. Hierbij geldt dat de snelheid afneemt bij dalende temperatuur. De voeropname, groei en vuilproductie van de forel zijn ook afhankelijk van de watertemperatuur. Hierbij geldt dat voeropname, groei en vuilproductie afnemen naarmate het verschil tussen de actuele watertemperatuur en de optimale watertemperatuur voor forel groter wordt. Met name de situatie waarbij de watertemperatuur 10°C of lager is, verdient extra aandacht in dit verband. Naar verwachting zal de voeropname, groei en vuilproductie door de forel dan nog aanzienlijk zijn. De vraag is echter of onder deze omstandigheden, gezien de temperatuursafhankelijke omzettingssnelheden het helofytenfilter en de vijverbodem nog voldoende omzettingcapaciteit hebben om de gehele vuilproductie door de forel om te kunnen zetten.

Omdat een continue aanvoer van water van voldoende kwaliteit essentieel is voor de overleving van het visbestand, verdient het de voorkeur de gevolgen de mogelijk waterkwaliteitsveranderingen in de vijver als gevolg van het lozen van het viskweekwater nader te bestuderen. Hierbij moeten de mogelijke gevolgen van extreme weersomstandigheden worden meegenomen.

Vraag 4, 5 en 6 Maatregelen en voorzieningen ter voorbehandeling van het vijverwater

4. Welke **maatregelen en voorzieningen** heeft Dhr. Kursten genomen om de bassins van geschikt water te voorzien?

5. Zijn deze maatregelen voldoende?

6. Als de genomen maatregelen ontoereikend zijn, welke aanvullende maatregelen zijn dan nog nodig?

Watertemperatuur

Uit tabel 1 blijkt dat voor de overleving van forel de watertemperatuur moet liggen tussen 0 en 27°C. Dhr. Kursten is voornemens de temperatuur van het kweekwater te sturen door de diepte waarop het water uit vijver wordt ingenomen te variëren. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de verschillen in watertemperatuur die op verschillende diepten bestaan. Het is binnen het kader van dit onderzoek niet met volledige zekerheid vast te stellen doch zeer aannemelijk dat ten alle tijden op een bepaalde diepte in de vijver de watertemperatuur tussen de 0 en 27°C ligt. Dit betekent dat de temperatuur van het beschikbare water geen bedreiging vormt voor de overleving van de vis. Om met zekerheid vast te stellen of in de vijver te allen tijde water met een temperatuur tussen 0 en 27°C is echter een profiel van de watertemperatuur in de waterkolom door het jaar heen nodig, bijvoorbeeld gemeten in jaren met extreem warme zomers en koude winters.

Dhr. Kursten zegt een systeem geïnstalleerd te hebben waarmee de diepte waarop het vijverwater wordt ingenomen gevarieerd kan worden. Dit systeem bevindt zich in de vijver en was tijdens de bezoeken aan Dhr. Kursten d.d. 4-11-2004 en 7-3-2005 niet operationeel. Daarom kon niet beoordeeld worden of het systeem functioneert.

Afscheiding van vaste stof voor inname van het vijverwater in de kwekerij

De waterinnamevoorziening is volgens Dhr. Kursten voorzien van een filter met een poriegrootte van 20 µm. Omdat deze voorziening zich onderwater bevindt, was deze tijdens het bedrijfsbezoek niet waar te nemen. Het filter heeft als doel om alle zwevende delen groter dan 20µm uit het in te nemen water te verwijderen. Omdat de waterinnamevoorziening ten tijde van het bedrijfsbezoek niet operationeel was, kan niet beoordeeld worden of de afscheiding van vaste stof functioneert.

In Europa maken vele viskwekerijen gebruik van oppervlakte water en in veel gevallen is voorbehandeling van dit water noodzakelijk. Deze voorbehandeling betreft in veel gevallen het afscheiden van vaste, zwevende stoffen. Er zijn verschillende succesvolle technieken commercieel beschikbaar voor de afscheiding van vaste zwevende stoffen tot 1 µm, waaronder drumfiltratie, zandfiltratie en cartridge filtratie. Deze technieken zijn zeker toepasbaar op het vijverwater van Dhr. Kursten. Derhalve zijn er voldoende, beproefde technische middelen beschikbaar om het vijverwater te ontdoen van zwevende vaste stoffen. Leveranciers van dergelijke waterbehandelingsapparatuur kunnen aan de hand van de aard van de zwevende stof in het vijverwater en de gestelde eisen aan het kweekwater en hoeveelheid vijverwater die per tijdseenheid door de kwekerij ingenomen moeten worden, de benodigde filtercapaciteit vaststellen. Op basis daarvan kunnen de benodigde investeringen en operationele kosten vastgesteld worden.

Afscheiding van vaste stof in de kweekbassins

Dhr. Kursten is voornemens om de kweekbassins te voorzien van een dubbele waterafvoer waarmee de in de tanks geproduceerde vaste afvalstoffen (mest en voerresten) reeds in de tanks geconcentreerd en gescheiden worden. Dit moet resulteren in twee afzonderlijke effluenten per tank: een kleine stroom waarin het grootste deel van de vaste stoffen geconcentreerd zijn en een grote stroom waar vrijwel geen vaste stoffen in aanwezig zijn. Summerfelt et al. (2004) passen hetzelfde principe van dubbele waterafvoer toe in een kweekstelsel voor zalmachtigen waaronder regenboogforel. Summerfelt et al. (2004) concludeerden dat met een dubbele waterafvoer 68-88% van alle gesuspenderde vaste

stoffen snel geconcentreerd en verwijderd wordt in slechts 12-18% van het totale debiet. Dit systeem biedt als voordelen dat de waterkwaliteit in de kweekbassins in termen van concentratie van gesuspendeerde stoffen beter is dan wanneer gebruik gemaakt wordt van een enkele waterafvoer. Daarnaast worden door concentratie van de gesuspendeerde vaste stoffen in een relatief kleine deelstroom deze stoffen beter uit het effluent van het kweekbassin verwijderd (Summerfelt et al., 2004). Snelle verwijdering van voerresten voorkomt dat de voerkorrels uiteen vallen in kleinere, lastiger te verwijderen deeltjes. Door toepassing van dit systeem is het aannemelijk dat het effluent van de viskwekerij dat door Dhr. Kursten op de vijver geloosd wordt minder gesuspendeerde vaste stoffen zal bevatten dan wanneer dit systeem niet wordt toegepast. Hierdoor wordt de zuiveringscapaciteit van de vijver minder zwaar belast. Bovendien is het aannemelijk dat bij toepassing van dit systeem de kwaliteit van het water in de kweekbassins beter zal zijn dan wanneer gebruik gemaakt wordt van een enkele waterafvoer, wat de prestaties van de vis ten goede zal komen.

Opgemerkt dient te worden dat het dubbele afvoer systeem van Dhr. Kursten niet exact hetzelfde is als het systeem van Summerfelt et al. (2004). De resultaten en conclusies van Summerfelt et al. (2004) zijn daarom slechts een indicatie en een illustratie van de voordelen van de toepassing van een vergelijkbaar systeem door Dhr. Kursten. Daarnaast dient opgemerkt te worden dat het dubbele afvoersysteem niet operationeel was ten tijde van het bezoek aan Dhr. Kursten. Hierdoor kon het functioneren in de praktijk niet beoordeeld worden.

Zuurstofvoorziening

In viskweekvijvers en viskweekbassins is de zuurstofconcentratie in de meeste gevallen de beperkende factor voor groei en overleving. Voor de intensieve teelt van vis is vanwege het grote verbruik van zuurstof door de vissen het toedienen van extra zuurstof aan het kweekwater in alle gevallen noodzakelijk, zelfs wanneer het gebruikte water van origine al veel zuurstof bevat. Voor het gebruik van het vijverwater van Dhr. Kursten voor de kweek van forel in bassins is verrijking van het water met zuurstof noodzakelijk voor groei en overleving van de vis. Dit betekent dat de zuurstofconcentratie in de vijver van Dhr. Kursten van ondergeschikt belang is in de beoordeling van de geschiktheid van het vijverwater voor de teelt van forel. Er zijn verschillende beproefde technieken voor het toedienen van zuurstof aan het kweekwater. Dhr. Kursten is voornemens het vijverwater te verrijken met zuurstof met behulp van zogenaamde putbeluchters (*deep shafts*) alvorens het water naar de viskweekbassins te leiden.

Ten tijde van het bezoek aan Dhr. Kursten waren de putbeluchters reeds aangelegd en het bovengrondse deel was zichtbaar. Het ondergrondse deel was vanzelfsprekend niet zichtbaar waardoor niet vast te stellen was hoe diep de putten zijn. Daarnaast was de installatie niet operationeel waardoor het functioneren niet middels meting van de zuurstofconcentratie niet vast te stellen was.

Vraag 10 en 11 Economische haalbaarheid forellenkwekerij

Vragen

- Is het in de situatie zoals in Sterksel eigenlijk mogelijk en economisch haalbaar om een viskweek van 40 ton per jaar te starten?
- Wat is het antwoord bij hogere tonnages per jaar tot 500 ton?

Methode en gebruikte gegevens

Om de economische haalbaarheid van forellenteelt vast te stellen is gebruik gemaakt van een door het RIVO en LEI ontwikkeld bio-economisch model voor viskweek.

Het model betreft een Excel spreadsheet bestaande uit zeven gekoppelde werkbladen.

Hieronder worden de verschillende werkbladen nader besproken. Tevens worden de gegevens zoals deze ten behoeve van de modellering van de forellenteelt te Sterksel zijn gebruikt weergegeven en waar nodig toegelicht.

Werkblad 1 Control variables & Output

Het eerste werkblad '*Control variables & Output*' geeft de belangrijkste variabelen en een samenvatting van de belangrijkste uitkomsten weer. In het *Control variables* deel kan de gebruiker van het model de visproductie definiëren door de productiecapaciteit, marktprijs, marktgewicht, groeisnelheid en *opportunity costs* in te voeren. In het *Output* gedeelte van dit werkblad worden de belangrijkste resultaten die volgen uit de berekeningen van het model weergegeven. Dit betreft de totale initiële investeringen, de productiekosten, *Net present value*, *Internal rate of return* en het *Break even point*.

In dit werkblad wordt weergegeven of de teelt economisch haalbaar is: *Go/No go decision*. Het model beslist dat de teelt economisch haalbaar is op het moment dat de *Internal rate of return* groter is dan de *Opportunity costs*.

Om de economische haalbaarheid van de forellenkwekerij te Sterksel vast te stellen zijn in het werkblad *Control variables & Output* de volgende gegevens gebruikt:

Productiecapaciteit:

500 ton/jaar

Marktprijs:

Voor 300 - 400 grams vissen is gerekend met 4,25 euro per kg, het gemiddelde van de import- en exportprijzen van verse forel in 2003. Voor de levende vis van 2000- 3000 gram is gerekend met 6,25 euro per kg, het gemiddelde van de exportprijzen van levende forel in 2002 (5 €/kg) en 2003 (7,50 €/kg).

Marktgewicht

Dhr. Kursten gaat momenteel uit van een jaarlijkse productie van circa 200 ton forel van 300g, 100 ton forel van 400g, 150 ton forel van 2000g en 50 ton forel van 3000g. In het model is gerekend met een jaarlijkse productie van 300 ton forel van 350g, 150 ton forel van 2000g en 50 ton forel van 3000g. In het model kan slechts één marktgewicht ingevoerd worden. Bovendien zijn op de verschillende marktgewichten verschillende marktprijzen van toepassing. Daarom is voor elke gewichtsklasse de economische haalbaarheid afzonderlijk vastgesteld. Hierbij zijn de voor de totale jaarlijkse productie benodigde investeringen en kosten naar rato van de totale jaarlijkse productie in de kostprijsberekeningen voor elke gewichtsklasse meegenomen.

Groeisnelheid

Zie *Werkblad 2 Productivity*

Opportunity costs

Voor de vaststelling van de *Opportunity costs* wordt gekeken naar het rendement van de vijf langstlopende staatsleningen in 2003 (CBS). Dit resulteert in *Opportunity costs* van 4,3%.

Werkblad 2 Productivity

Het werkblad 'Productivity' geeft een berekening van de groeisnelheid, bezettingsdichtheid, de productiviteit en het aantal maanden dat nodig is om het marktgewicht te bereiken.

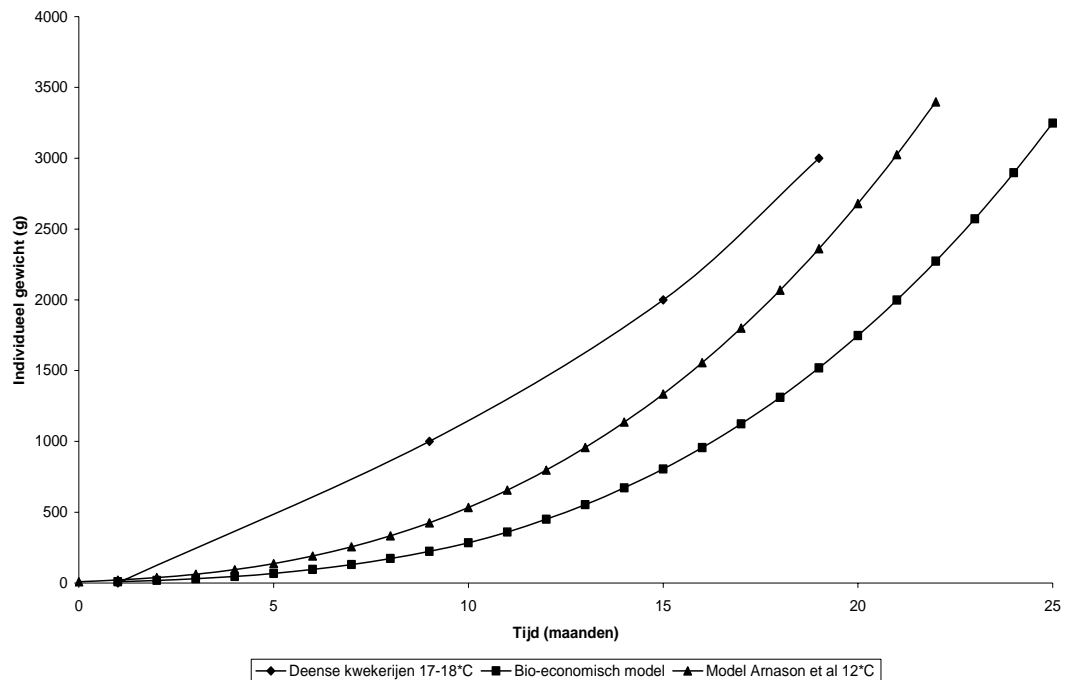
Specifieke groeisnelheid

Aan de hand van de relatie tussen specifieke groeisnelheid (SGR) en gewicht wordt voor elke productiemaand de SGR berekend. Uitgaande van het door de gebruiker ingevoerde startgewicht wordt per maand het visgewicht berekend op basis van de verwachte groei. Als startgewicht is 10g gebruikt. Dit is het gebruikelijke gewicht van pootvis zoals geproduceerd door commerciële hatcheries

De specifieke groeisnelheid (SGR) van vissen is gerelateerd aan het gewicht (W) van de vis waarbij $SGR = a \cdot W^b$. De variabelen a en b zijn vissoortspecifiek en temperatuurafhankelijk. In het model is gerekend met $SGR = 4 \cdot W^{0.3}$. De meeste vissoorten hebben een zogenaamde optimale temperatuur voor groei. Bij deze temperatuur is de groei maximaal. De groeisnelheid neemt af wanneer de watertemperatuur hoger of lager wordt dan de optimale temperatuur. Wanneer de watertemperatuur te hoog of te laag wordt, komt de groei geheel tot stilstand. Dit is hier van belang omdat de temperatuur van het vijverwater beïnvloed wordt door de seizoenen. Omdat de kweekbassins zich grotendeels buiten bevinden en het kweekwater niet verwarmd wordt, wordt aangenomen dat de watertemperatuur in de kweekbassins overeenkomt met de watertemperatuur in de vijver. Het water in de kweekbassins kent daarom dezelfde seizoensgebonden fluctuatie als het vijverwater. In de tabel 5 worden de watertemperaturen weergegeven zoals Dhr. Kursten deze verwacht op basis van zijn ervaring tot nu toe. Het voert in deze studie te ver om de watertemperatuur volledig in beschouwing te nemen. Bovendien is het effect van de watertemperatuur op de groeisnelheid moeilijk vast te stellen omdat per periode de verwachte watertemperatuur een relatief grote range kent. Hierdoor kan de behaalde groeisnelheid van jaar tot jaar verschillen. In deze studie is er daarom voor gekozen om het effect van temperatuur in eerste instantie buiten beschouwing te laten en daarnaast gebruik te maken van een conservatiever groeiszenario dan in het rapport Kansen voor Kweekvis (Folkerts en van Dalen, 1997). In dat rapport wordt voor regenboogforel gebruik gemaakt van $SGR = 5 \cdot W^{0.3}$. In het bio-economisch model is gebruik gemaakt van de groeicurve die wordt verkregen op basis van $SGR = 4 \cdot W^{0.3}$. Deze groeicurve is vervolgens vergeleken met de groeicurve voor regenboogforel bij 12°C die volgt uit de groeitabel volgens Arnason et al. (1995). Daarnaast is de groeicurve die volgt uit het bio-economisch model vergeleken met groeidata voor regenboogforel op commerciële regenboogforelkwekerijen in Denemarken in recirculatiesystemen bij een constante temperatuur van 17-18°C (Bovbjerg Pedersen, pers. comm.). Uit tabel 5 volgt dat over een jaar gezien de gemiddelde temperatuur in de kweekbassins van Dhr. Kursten tussen de 8 en 16°C ligt en gemiddeld 12°C is. Gezien de constante temperatuur in de Deense situatie van 17-18°C, is het aannemelijk dat de groeisnelheid op deze Deense kwekerijen hoger zal liggen dan op de kwekerij van Dhr. Kursten. Dit is echter niet met zekerheid te zeggen gezien de grote variabiliteit van de watertemperatuur op de kwekerij van Dhr. Kursten en het feit dat de groeisnelheid eerder exponentieel dan lineair toeneemt bij stijgende watertemperatuur. In figuur 1 wordt zowel de groeicurve zoals van toepassing op de Deense kwekerijen, volgens de groeitabel van Arnason et al. (1993) als ook de groeicurve die volgt uit het bio-economisch model weergegeven. Uit figuur 1 blijkt dat de in deze studie gebruikte groeicurve conservatief is ten opzichte van de andere twee groeicurven. Er is bewust gekozen voor een conservatief groeiszenario om de kans te verkleinen dat als gevolg van een overschatting van de groeisnelheid, de teelt van regenboogforel mogelijk ten onrechte als economisch haalbaar aangemerkt zou kunnen worden. Opgemerkt dient te worden dat de werkelijke groei van de forel van jaar tot jaar kan verschillen door de verschillen in watertemperatuur tussen jaren. Zowel hogere als lagere groei zijn mogelijk.

Tabel 5 Verwachte watertemperatuur in de kweekbassins

Periode	Verwachte watertemperatuur (°C)
Januari – Februari	4-10
Maart – April	6-14
Mei- Juni	8-16
Juli – Augustus – September	10-22
Oktober – November –December	10-16



Figuur 1. De groeicurve van regenboogforel op Deense kwekerijen (recirculatiesystemen, $T = 17-18^{\circ}\text{C}$ constant), volgens Arnason et al. (1993) bij 12°C en de in het bio-economisch model gebruikte groeicurve.

Survival

De overleving (survival) is afhankelijk van het marktgewicht omdat een hoger marktgewicht een langere verblijftijd op de kwekerij vereist. De kans op voortijdige sterfte is daarom groter bij hogere marktgewichten. Voor de marktgewichten 350, 2000 en 3000g wordt de overleving ingeschat op respectievelijk 85%, 80% en 75%. Er is altijd een deel van het visbestand dat achterblijft in de groei en nooit het marktgewicht bereikt. Deze vissen moeten in feite ook als mortaliteit beschouwd worden. In de bovengenoemde overlevingspercentages is hier reeds rekening mee gehouden. Ter verduidelijking: de geschatte sterfte van 15% (100 -85) voor de vissen die een marktgewicht van 350g moeten halen, betreft dus niet alleen de vissen die daadwerkelijk voortijdig sterven maar ook de vissen die achterblijven in de groei en het marktgewicht niet halen.

Bezettingsdichtheid

De bezettingsdichtheid (D), een maat voor de hoeveelheid vis per volume-eenheid kweekbassin, wordt vastgesteld als $D = a \cdot \ln(W) + b$, waarbij a en b dusdanig worden gekozen dat bij het bereiken van het gewenste marktgewicht ook de maximaal toelaatbare bezettingsdichtheid bereikt wordt. Dhr. Kursten heeft aangegeven de bezettingsdichtheid tot maximaal 50 kg/m^3 op te laten lopen. Een dergelijke bezettingsdichtheid is geen probleem voor regenboogforel, vooropgesteld dat de doorstroming en waterkwaliteit voldoende zijn (Perdersen, pers. comm.).

Omdat uitgegaan is van drie verschillende marktgewichten en voor elk van deze bij het bereiken van het marktgewicht tevens de maximale bezettingsdichtheid bereikt dient te worden ten behoeve van een maximale productiviteit, is gebruik gemaakt van drie verschillende relaties tussen bezettingsdichtheid en gewicht. De waarden van a en b in deze relatie worden in tabel 6 weergegeven voor de verschillende marktgewichten.

Tabel 6: Waarden voor a en b in de relatie $D = a \cdot \ln(W) + b$, waarbij D = bezettingsdichtheid en W = lichaamsgewicht van regenboogforel voor drie verschillende marktgewichten

Marktgewicht (g)	a	b
350	8	4
2000	6	4
3000	5.7	4

Werkblad 3 Farm design

Het werkblad *Farm design* berekent de dimensies van de infrastructuur benodigd voor een zekere productie. De uitkomsten van dit werkblad worden in het werkblad 4 *Investment* gebruikt om de investeringskosten en de afschrijvingen te berekenen. Hieronder worden de ingevoerde gegevens weergegeven en besproken.

Tanks		
Visproductie	<i>ton/jaar</i>	Wordt berekend op basis van invoer in werkblad 1 en het gewichtsverlies als gevolg van afzwemmen ^{c)}
Productie efficiëntie	%	Dit betreft de overleving van de vis tijdens het productieproces. Dit getal wordt overgenomen uit werkblad 2 <i>Productivity</i>
Max. Productiviteit	<i>kg/m³/d</i>	Wordt berekend in werkblad 2 <i>Productivity</i>
Tank volume	<i>m³</i>	Het benodigde tank-volume wordt berekend op basis van de jaarlijkse productie, de maximale productiviteit en de productie-efficiëntie
Tank hoogte	<i>1,8m</i>	Diepte van de kweekbassins. Opgave Dhr. Kursten
Tank oppervlak	<i>m²</i>	Het benodigde oppervlak aan kweekbassins wordt berekend op basis van het benodigde tankvolume en de diepte van de kweekbassins
Gebouw^{d)}		
Ratio tanks:gebouw	<i>0,7</i>	Verhouding tussen het oppervlak van de kweekbassins en het gebouwoppervlak waar de bassins zijn opgesteld.

		0,7 houdt in dat op elke 10m ² , 7m ² bassin geplaatst kan worden
Gebouwoppervlak	m ²	Het benodigde gebouwoppervlak wordt berekend aan de hand van het benodigde kweekbassinoppervlak en de verhouding tussen het oppervlak van de kweekbassins en het gebouwoppervlak
Ratio gebouw: grondoppervlak	0,7	Verhouding tussen het gebouwoppervlak en het grondoppervlak waar het gebouw geplaatst wordt.
Totaal grondoppervlak	m ²	De totale hoeveelheid grondoppervlak benodigd voor de kwekerij wordt berekend op basis van het benodigde gebouwoppervlak en de verhouding tussen het gebouwoppervlak en het grondoppervlak
Voeding		
Voederconversie ^{e)}	1,0 voor forel van 350g 1,2 voor forel van 2000g 1,3 voor forel van 3000g	
Max. dagelijkse voergift	kg/d	Wordt berekend op basis van de jaarlijkse visproductie en de voederconversie
Zuurstofvoorziening		
Zuurstofbehoefte	600g/kg voer	Zuurstofverbruik per kg voer. Opgave RIVO
Zuurstofverbruik	kg/d	Wordt berekend op basis van het zuurstofverbruik per kg voer en de maximale dagelijkse voergift
Vermogen		
Totaal geïnstalleerd vermogen ^{f)}	65 kW	Opgave Dhr. Kursten
Waterverbruik		
	m ³ /uur	Opgave Dhr. Kursten
Verwarming		
Verwarming water	m ³ gas/m ³	Het water wordt niet verwarmd
Verwarming gebouw	m ³ olie/jaar	Het gebouw wordt met olie verwarmd. Opgave Dhr. Kursten
Totaal verwarming	m ³ olie/jaar	

Effluent	<i>1 VE/ton prod/jaar</i>	Ten behoeve van de berekening van de kosten voor lozing op riolering. Niet van toepassing omdat Dhr. Kursten aangeeft geen water op het riool te gaan lozen.
Arbeid	5 fte/yr	Opgave RIVO
Verkoop		
Markt	<i>100%</i>	Het deel van de marktwaardige vis dat daadwerkelijk afgezet wordt
Afzwemverlies	<i>2%</i>	Gewichtsverlies als gevolg van afzwemmen ^{c)}

^{c)} Afzwemmen

Tijdens het kweekproces kunnen stoffen die een smaakafwijking veroorzaken zich ophopen in de vis. Om deze zogenaamde grondsmak te elimineren wordt kweekvis veelal voor aflevering enkele dagen niet gevoerd en in een doorstroomsysteem gehuisvest. Omdat de regenboogforel van Dhr. Kursten grotendeels zal worden afgezet aan hengelsportvijvers is afzwemmen ten behoeve van het verbeteren van de smaak van de vis niet van toepassing. Dhr. Kursten heeft echter aangegeven dat voor aflevering de vis twee dagen niet gevoerd zal worden met als doel de negatieve effecten van de voor aflevering benodigde handelingen zoals oogsten, sorteren en transport te beperken. Als gevolg hiervan treedt een gewichtsverlies op dat geschat wordt op 2% van het lichaamsgewicht van de vis. Dit gewichtsverlies moet in beschouwing genomen worden om de werkelijke omvang van de visproductie vast te stellen. Ter verduidelijking: wanneer een kweker 500 ton/jaar wil afzetten en er sprake is van een verlies van 2% als gevolg van afzwemmen, moet de productieomvang voor afzwemmen ca. 510 ton/jaar bedragen.

^{d)} Gebouw

In het model wordt het gebouwoppervlak berekend dat nodig is om de viskwekerij te vestigen. De viskwekerij te Sterksel zal volgens de huidige plannen deels buiten geplaatst worden. Het werkelijk benodigde gebouwoppervlak is daardoor kleiner dan wordt aangegeven door het model. Het benodigde totale grondoppervlak, deels in een gebouw, deels in de openlucht is echter gelijk aan het door het model berekende benodigde gebouwoppervlak.

^{e)} Voederconversie

De voederconversie is een maat voor de hoeveelheid voer (kg) nodig voor de productie van 1 kg vis. Een voederconversie van 1,0 houdt in dat 1kg voer nodig is voor de productie van 1kg vis. De efficiëntie waarmee de vis het voer omzet in groei neemt af met toenemende grootte van de vis. De voederconversie stijgt dus naarmate de vis groter wordt. Het is daarom nodig om voor de verschillende marktgewichten verschillende voederconversies te hanteren. Voerkosten maken een groot deel uit van de kostprijs van de gekweekte vis. De kostprijs is daardoor gevoelig voor de gekozen voederconversie. Een te laag ingeschatte voederconversie leidt er toe dat de kostprijs te laag wordt ingeschat. Dit kan tot gevolg hebben dat de teelt ten onrechte als economisch haalbaar aangemerkt wordt. Om dat te voorkomen is in dit onderzoek gebruik gemaakt van conservatieve voederconversies.

^{f)} Vermogen

Op basis van een totaal recirculatie debiet van 2000 m³/uur (opgave Dhr. Kursten) en een leidingdruk van 0,8 bar kan berekend worden dat het benodigde vermogen voor het rond pompen van het kweekwater ongeveer 63 kW bedraagt. Om tot het totale te installeren vermogen te komen moeten hierbij het vermogen van de mechanische filters (4 stuks a 0,75kW per stuk) en de pompen ten behoeve van de aanvoer van het water uit de vijver (200 m³/uur bij 0,8bar leidt tot ca. 6kW) bij opgeteld worden. Dit resulteert in een totaal geïnstalleerd

vermogen van 72kW. Het is echter aannemelijk dat het op de kwekerij van Dhr. Kursten benodigde vermogen lager ligt door een beperkte opvoerhoogte vanwege het ontbreken van zogenaamde tricklingfilters in het kweekstelsel. De aanwezigheid van tricklingfilters maakt het noodzakelijk het kweekwater meerdere meters omhoog te pompen hetgeen extra vermogen vergt. Het is daarom aannemelijk dat het door Dhr. Kursten opgegeven totaal geïnstalleerde vermogen van 65 kw zich in de juiste orde grootte bevindt.

Werkblad 4 Investments

In dit werkblad worden alle benodigde investeringen weergegeven. De afschrijvingen over de investeringen worden geschat op basis van de verwachte levensduur en waarde van de betreffende investeringen. Alle afschrijvingen zijn lineair in de tijd. In de onderstaande tabel worden de investeringen zoals deze zijn opgenomen in het model weergegeven en besproken. Dhr. Kursten gaat momenteel uit van een jaarlijkse productie van circa 200 ton forel van 300g, 100 ton forel van 400g, 150 ton forel van 2000g en 50 ton forel van 3000g. In het model is gerekend met een jaarlijkse productie van 300 ton forel van 350g, 150 ton forel van 2000g en 50 ton forel van 3000g. In het model kan slechts een marktgewicht ingevoerd worden. Daarom is voor elke gewichtsklasse de economische haalbaarheid afzonderlijk vastgesteld. Hierbij zijn de voor de totale jaarlijkse productie benodigde investeringen naar rato in de kostprijsberekeningen voor elke gewichtsklassen meegenomen.

Omschrijving	Sub totaal	
Land	0	^{g)} Opgave Dhr. Kursten
Vergunningen	3.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Aansluiting elektra	4.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Aansluiting telefoon	1.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Aansluiting gas	0	Op de locatie te Sterksel is volgens Dhr. Kursten geen gasaansluiting
Aansluiting water	1.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Bron	0	Er wordt geen gebruik gemaakt van bronwater
Grondwerk	23.000	De door Dhr. Kursten opgegeven kosten zijn gebaseerd op het verzetten van 6000m ³ zand en de huur van de benodigde machines. Het ontbreekt RIVO aan expertise om de juistheid van de door Dhr. Kursten opgegeven kosten te kunnen beoordelen.
Gebouw	186.000	Opgave Dhr. Kursten ^{h)}
Verwarming	7.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Ventilatie	2.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Verlichting	20.000	Opgave RIVO
Elektra	26.000	Volgens opgave van Dhr. Kursten zal het totaal aan elektrisch vermogen 65kW bedragen. Dit is naar het oordeel van RIVO reëel ⁱ⁾ . RIVO hanteert een eenheidsprijs van 400 Euro per kW geïnstalleerd vermogen. Dit resulteert in een totale investering van 26.000 Euro
Kweekbassins	239.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel ⁱ⁾
Leidingwerk	150.000	Opgave RIVO ^{j)}
Mechanische	150.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel

filters		
Pompen	36.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel ^{k)}
Filtermaterial	2.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Waterinname faciliteit	20.000	De voorzieningen benodigd om het water op te nemen uit de vijver. Door RIVO moeilijk op waarde te schatten. Vooralsnog als reëel beschouwd.
Helofytenfilters	0	Opgave Dhr. Kursten ^{l)}
Bezinkers	3.000	
UV	1.000	
Putbeluchters	50.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel ^{m)}
<i>Other</i>		
De-ironing	0	Ontijzering van het vijverwater is volgens Dhr. Kursten niet nodig gezien het lage ijzergehalte
Noodstroom aggregaat	20.000	Opgave Dhr. Kursten. RIVO hanteert een richtprijs van 400 Euro/kW voor een noodstroom aggregaat. Uit een totaal geïnstalleerd vermogen van 65kW volgt een benodigde investering van 26.000 Euro. Op basis van hiervan oordeelt RIVO dat de door Dhr. Kursten opgegeven investering reëel is.
Meet en regelapparatuur	10.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Alarm	5.000	Opgave RIVO
Bezinkers	3.000	Opgave Dhr. Kursten.
Voerapparatuur	100.000	Opgave RIVO ⁿ⁾
Weegapparatuur	20.000	Opgave RIVO
Sortermachine	46.000	Opgave Dhr. Kursten
Koelkast/vriezer	2.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Hogedruk reiniger	2.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Kantoor	4.000	Opgave Dhr. Kursten. Naar RIVO oordeel reëel
Heftruck	30.000	Opgave RIVO
Onvoorzien	100.000	10% van de investeringen
Totaal investeringen		Dit betreft de benodigde investeringen voor een totale jaarlijkse productie van 500 ton. Voor elke gewichtsklasse worden de investeringen naar rato van de totale jaarlijkse productie in de kostprijsberekeningen meegenomen.

^{g)} Land

Volgens Dhr. Kursten worden de kosten voor de benodigde grond voor de kwekerij volledig gefinancierd uit de opbrengsten van het zand dat ter plekke gewonnen is. Het ontbreekt RIVO aan expertise om na te gaan of de opbrengsten van het zand werkelijk de grondkosten dekken. Daarnaast is het op deze manier weglaten van investeringen een punt van discussie. Vooralsnog wordt in de kostprijsberekening aangenomen dat de kosten voor de grond inderdaad volledig gedekt worden door de opbrengsten van de zandwinning, waarbij wordt opgemerkt dat het wellicht aan te raden is dit aan nader onderzoek te onderwerpen.

^{h)} Gebouw

Volgens Dhr. Kursten bedroegen de kosten voor de realisatie van het gebouw waarin de kwekerij deels zal worden opgebouwd 372.000 Euro. Aangezien het gebouw deels ten behoeve van de kwekerij wordt gebruikt, heeft Dhr. Kursten een bedrag van 186.000 Euro (50%) opgegeven als investering in het gebouw. Tijdens het bedrijfsbezoek van RIVO is vastgesteld dat inderdaad niet meer dan de helft van het gebouw ten behoeve van de kwekerij gebruikt wordt. Aangezien de kosten voor het gebouw te alle tijde uit de boekhouding van Dhr. Kursten te herleiden zouden moeten zijn, wordt vooralsnog aangenomen dat het bedrag juist is. Een punt van discussie is de bestemming van de andere helft van het gebouw. Niet bekend is of de andere helft van de kosten voor het gebouw gedekt worden door de opbrengsten van activiteiten dan viskweek. Wanneer de andere helft van het gebouw geen opbrengsten genereert, komen de totale gebouwkosten in feite voor rekening van de viskwekerij.

ⁱ⁾ Kweekbassins

Een eenduidige algemeen toepasbare indicatie van de kosten voor de aanleg van kweekbassins is niet te maken. De kosten zijn namelijk van vele factoren afhankelijk waaronder de gebruikte materialen, aanleg met externe of eigen arbeid en benodigdheid van grondwerk. Hierdoor kunnen de kosten sterk uiteenlopen. Bovendien bestaat het risico dat in de vergelijking van investeringen voor de aanleg van kweekbassins “appels met peren” worden vergeleken. Voor de productie van 500 ton regenboogforel per jaar voorziet Dhr. Kursten de aanleg van 38 ronde tanks met een diameter van 6m en 16 ronde tanks met een diameter van 10m. Dit resulteert in een totaal tankoppervlak van circa 1860m². De totale investeringen in de tanks worden opgegeven door Dhr. Kursten bedragen € 239.000. Dit resulteert in een investering van circa € 128, - per vierkante meter kweekbassin. RIVO hanteert als richtlijn voor de aanleg van kweekbassins een prijs van circa € 70,-. Gezien de sterk uiteenlopende prijzen voor kweekbassins moet dit echter als een grof gemiddelde beschouwd worden. Uit navraag bij een leverancier van kweekbassins blijkt dat de aanleg van polyethyleen tanks circa € 60/m² kost. Deze prijs betreft niet de kosten per vierkante meter tankoppervlak maar de kosten per vierkante meter benodigd materiaal (bodem + wanden) en is inclusief arbeid. Op basis van de hierboven vermelde gegevens omtrent de aantallen en de dimensies van de kweekbassins zoals voorzien door Dhr. Kursten, kan worden berekend dat de benodigde hoeveelheid materiaal circa 4050 m² bedraagt. Dit resulteert in een totale investering in de aanleg van polyethyleen kweekbassins van € 243.000. Bekend is dat Dhr. Kursten niet voornemens is polyethyleen te gebruiken voor de aanleg van de kweekbassins. De investering in de aanleg van de kweekbassins van Dhr. Kursten in polyethyleen is daarom slechts een indicatie van de werkelijke kosten en kan slechts gebruikt worden om na te gaan of de door Dhr. Kursten aangegeven investeringen zich in de juiste orde grootte bevinden. Resumerend komt RIVO tot het oordeel dat de juistheid van de kosten voor de kweekbassins zoals opgegeven door Dhr. Kursten op basis van de beschikbare informatie niet vastgesteld kan worden. Er is echter geen grond om aan te nemen dat de door Dhr. Kursten opgegeven kosten voor de kweekbassins irreëel zijn. Daarom worden de door Dhr. Kursten opgegeven kosten in het bio-economische model gebruikt.

^{j)} Leidingwerk

Dhr. Kursten heeft aangegeven voor al het leidingwerk op de kwekerij, inclusief transportleiding van de vijver naar de kwekerij, leidingen te gebruiken met diameters van 160, 280 en 315 mm. Van elke diameter is de aanleg van 600m leiding voorzien. In de onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van het benodigde leidingwerk en de daaraan verbonden kosten voor de aanschaf hiervan. Hiervoor is gebruik gemaakt van de Technische catalogus 2003 van Wildkamp. De vermelde prijzen zijn exclusief BTW. De in de tabel opgegeven prijzen gelden voor PVC-afvoerbuis Recypipe. In de Technische catalogus 2003 van Wildkamp wordt geen melding gemaakt van leidingwerk met een diameter van 280mm. Daarom is in de onderstaande tabel gebruik gemaakt van gegevens omtrent leidingwerk van 250mm. Per diameter is in alle gevallen gekozen voor het duurste artikel met de grootste wanddikte. Opgemerkt dient te worden dat niet bekend is welk type leiding Dhr. Kursten reeds heeft gebruikt en zal gebruiken in de toekomst en bij welke leverancier deze afgenomen wordt. De totale kosten voor het leidingwerk welke volgen uit tabel 7 kunnen daarom slechts gebruikt

worden om vast te stellen of de door Dhr. Kursten opgegeven investeringen ten behoeve van de aanschaf van het leidingwerk zich in de juiste orde grootte bevinden. Uit de tabel blijkt dat de totale kosten ca € 68.000 bedragen. Het door Dhr. Kursten opgegeven bedrag van € 75.000 wordt daarom als reëel beschouwd. De kosten van het leidingwerk betreffen echter niet alleen de leidingen zelf maar ook de kosten voor de benodigde appendages zoals afsluiters, sokken, knieën en dergelijke. Deze kosten zijn aanzienlijk en kunnen worden geschat op een bedrag gelijk aan de kosten voor de leidingen. Het totale bedrag komt daarmee op € 150.000.

Tabel 7 Indicatie van de kosten voor het leidingwerk ten behoeve van de forellenkwekerij van Dhr. Kursten. Prijzen afkomstig uit de Technische catalogus 2003 van Wildkamp. Recypipe PVC-afvoerbu

Diameter x wanddikte (mm)	Benodigde hoeveelheid	Prijs (€/m)	Totale kosten
160 x 4,0	600	17,41	€ 10.446
250 x 4,9	600	32,74	€ 19.644
315 x 7,7	600	63,09	€ 37.854
Totaal			€ 67.944

^{k)} Pompen

Dhr. Kursten heeft aangegeven ten behoeve van de circulatie van het kweekwater 30 pompen met een vermogen van 2 kW per stuk te willen installeren. Het merk en type van de pompen zijn niet bekend. Hierdoor is slechts een schatting te maken van de range waarbinnen de benodigde investeringen naar verwachting vallen. Uit de Technische catalogus van Wildkamp volgt dat de prijzen (exclusief BTW) voor centrifugaal pompen met een vermogen van 2,2 tot 3.0kW uiteenlopen van circa € 380,- tot circa € 1660,- per stuk. Hieruit volgt een geschatte investering in pompen van circa € 11.400,- tot € 49.800,-. Op basis hiervan oordeelt RIVO dat de door Dhr. Kursten opgegeven investering in pompen van € 36.000,- reëel is.

^{l)} Helofytenfilters

De aanleg van de helofytenfilters kan volgens Dhr Kursten geheel gefinancierd worden uit de opbrengsten van het zand dat gewonnen wordt tijdens het afgraven van de vijvers ten behoeve van de helofytenfilters. Het ontbreekt RIVO aan expertise om een goede inschatting te maken van de kosten voor aanleg van de helofytenfilters en de opbrengsten uit het gewonnen zand. Bovendien is op deze redenering dezelfde discussie van toepassing als op het weglaten van de kosten voor de benodigde grond.

Vooralsnog wordt in de kostprijsberekening aangenomen dat de aanleg van de helofytenfilters inderdaad kostenneutraal is waarbij wordt opgemerkt dat het wellicht aan te raden is dit aan nader onderzoek te onderwerpen.

^{m)} Putbeluchters

De grootste kostenpost voor de aanleg van putbeluchters is naar alle waarschijnlijkheid het laten boren van de benodigde putten. Volgens opgave van Dhr. Kursten bestaat zijn putbeluchtersysteem uit in totaal uit 13 putten variërend in diameter en diepte van circa 200 tot 315mm en circa 9,5 tot 26m. Uit navraag bij een gespecialiseerd bedrijf blijkt dat het boren van een put van 25m diep met een diameter van 300mm tussen de € 2.500 en € 5.000 kost. Deze prijs is inclusief de mantelbuis. Aannemende dat Dhr. Kursten 13 vergelijkbare putten heeft laten aanleggen, kunnen de hiermee gemoeide investeringen ingeschat worden op een bedrag tussen de € 32.500 en € 65.000. Het door Dhr. Kursten opgegeven investeringsbedrag van € 50.000 wordt daarom als reëel beschouwd.

ⁿ⁾ Voerapparatuur

Een viskwekerij met een productiecapaciteit van 500 ton/jaar is van een dergelijke omvang dat handmatig voeren een volledige dagtaak zal zijn van een voltijds werknemer. Mechanisatie en automatisering van de voeding is in dat geval waarschijnlijk een betere optie. Dergelijke voersystemen zijn commercieel beschikbaar. De benodigde investering wordt geschat op € 100.000,-.

Werkblad 5 Prices

De prijzen van de benodigde productiemiddelen worden weergegeven in het werkblad 4 *Prices*. In de tabel hieronder worden de prijzen zoals gebruikt in de huidige studie weergegeven en besproken.

Item	<i>Eenheid</i>	Bedrag	Opmerkingen
Pootvis	<i>Euroct/stuk</i>	15	Zie ^{o)}
Voerprijs	<i>Euroct/kg</i>	90	Opgave RIVO
Elektriciteitsprijs	<i>Euroct/kWh</i>	5,7	Opgave RIVO
Olieprijs	<i>Euroct/L</i>	40	Opgave Kursten
Water	<i>Euroct/m³</i>	0	Afkomstig uit vijver
Zuurstof	<i>Euroct/kg</i>	8,3	Zie ^{p)}
Chemicalien /medicijnen	<i>Euroct/.kgprod</i>	9	Opgave RIVO. Het bedrag is afkomstig uit de palingteelt en daardoor mogelijk niet reëel voor de teelt van regenboogforel.
Onderhoud	<i>% van investeringen</i>	2,0	Opgave RIVO
Verzekeringen	<i>% van investeringen</i>	0,3	Opgave RIVO
Lozingskosten	<i>Euro/IE</i>	0	Niet van toepassing
Meetkosten	<i>Euro/jaar</i>	2.000	Opgave RIVO
Algemene kosten	<i>vast; euro</i>	3.000	Opgave RIVO
Variabele kosten	<i>Euroct/kg prod</i>	10	Opgave RIVO
Arbeid:	<i>Euro/fte/jaar</i>	56.000	Opgave RIVO ^{o)} .
Rente	<i>%</i>	4,3	Gelijk aan de <i>Opportunity costs</i>

^{o)} Pootvis

Dhr. Kursten heeft aangegeven in zijn eigen pootvis te zullen voorzien door de aankoop van eieren en de opkweek van de eieren tot pootvis in eigen beheer. In deze studie wordt ter vereenvoudiging echter uitgegaan van de marktprijs voor pootvis als kostprijs voor door Dhr. Kursten in eigen beheer geproduceerde pootvis. Een 10g pootvisje kost in Denemarken ca. 0.40 DKK exclusief transport (Bovbjerg Pedersen, pers. comm.). Dit komt overeen met 5 a 6 Eurocent. Gezien de schaal en de jarenlange ervaring op Deense kwekerijen is het waarschijnlijk dat de productiekosten van door Dhr. Kursten in eigen beheer geproduceerde pootvis hoger zijn. Bovendien maken de kosten voor pootvis een belangrijk deel uit van de kostprijs, met name voor de lagere marktgewichten. Ter illustratie: bij een marktgewicht van 350g zijn ca. 3 vissen nodig voor 1kg productie. Een verschil van 10 cent/stuk in de kostprijs van pootvis resulteert daardoor al in een verschil van 30 cent op de kostprijs/kg. Het is daarom van belang om de kostprijs van pootvis niet te onderschatten. Daarom is in deze studie gebruik gemaakt van een conservatieve prijs voor pootvis ten opzichte van de prijzen in Denemarken: 15 cent per stuk.

^{p)} Zuurstof

RIVO hanteert een eenheidsprijs van 0,14 Euro/kg voor zuurstof inclusief de huur van de benodigde opslagfaciliteiten. Dhr. Kursten heeft aangegeven een overeenkomst te hebben met de zuurstofleverancier waarbij de zuurstof geleverd wordt voor 0,083 Euro/kg inclusief de huur van de benodigde opslagfaciliteiten. Een jaarlijkse productie van 500 ton forel per jaar en de relatief grote zuurstofbehoefte van forel ten opzichte van andere kweekvissoorten maakt dat de voorziene viskwekerij een grootverbruiker van zuurstof zal zijn ten opzichte van andere viskwekerijen. Omdat het aannemelijk is dat de kosten voor zuurstof dalen naarmate de afname van zuurstof bij de leverancier groter wordt, is het aannemelijk dat Dhr. Kursten een lagere prijs voor de benodigde zuurstof kan bedingen bij de leverancier. Omdat Dhr. Kursten de kosten voor zuurstof desgevraagd kan onderbouwen met de overeenkomst die is afgesloten met de leverancier worden voortsnog de door Dhr. Kursten opgegeven kosten van 0,083 Euro/kg zuurstof gebruikt in de kostprijsberekening.

^{q)} Arbeidsloon

Het gemiddelde arbeidsloon in Nederland in 2003 was € 27,- per uur. Dit komt overeen met € 56.000 per jaar.

Werkblad 6 Costs

De productiekosten worden berekend in het werkblad *Costs* op basis van de gegevens in de werkbladen *Farm design* en *Prices*. In het werkblad worden de kosten weergegeven voor het totaal, per kostenpost, per kg productie en ook als relatieve kosten per kg productie. De berekening van een aantal elementen in dit werkblad behoeft toelichting welke hieronder wordt gegeven.

Werkelijke visproductie

Deze wordt berekend op basis van de visproductie, het percentage van de visproductie dat afgezet wordt en gewichtsverlies als gevolg van afzwemmen.

Pootviskosten

Deze worden berekend op basis van de visproductie, het marktgewicht, de overleving tijdens productie en de prijs voor pootvis.

Voerkosten

Deze worden berekend op basis van de visproductie, de voederconversie en de voerprijs.

Elektriciteitskosten en andere directe kosten

Deze kosten worden berekend op basis van de gegevens in de werkbladen *Farm design* en *Prices*.

Medische kosten

Deze kosten worden berekend op basis van de visproductie en de kosten voor medicijnen en chemicaliën per kg visproductie.

Onderhoudskosten en Verzekeringskosten

Deze kosten worden berekend als een percentage van de investeringen.

Algemene kosten

Deze kosten worden gesplitst in vaste en variabele kosten. De variabele kosten worden berekend als een percentage van de visproductie.

Arbeidskosten

Deze kosten worden berekend op basis van het aantal mensen dat nodig is op de viskwekerij en de kosten hiervoor.

Afschrijvingen

De afschrijvingskosten worden berekend op basis van de totale investeringen en de verwachte levensduur. In het werkblad *Costs* wordt de jaarlijkse afschrijving weergegeven. De afschrijving op het gebouw wordt afzonderlijk weergegeven aangezien hiervoor een afschrijvingstermijn van 30 jaar voor gehanteerd wordt.

Rentekosten

De rentekosten worden berekend op basis van de investeringen, het op de kwekerij aanwezige visbestand en het renteniveau. Aangenomen wordt dat het visbestand een waarde vertegenwoordigt gelijk aan de helft van de het subtotaal van de *Company costs*. De totale rentekosten komen overeen met de som van de rentekosten voor investeringen en de rentekosten voor het visbestand.

Werkblad 7 Cash flow

In het werkblad *Cash flow* worden de uitgaven en de inkomsten door visproductie per maand berekend voor de eerste drie jaar en per jaar voor de daarop volgende 12 jaar. De 'cash flow' wordt gebruikt voor de berekening van de sleutelvariabelen voor de economische haalbaarheid van de teelt. Deze sleutelvariabelen betreffen 'Net Present Value (NPV)', Internal Rate of Return (IRR) en 'Break even'. Een belangrijke aanname is dat het derde productiejaar na opstart van de kwekerij beschouwd wordt als representatief voor de daarop volgende 12 jaar. De reden hiervoor is dat naar verwachting in de 19^e maand, dus in het tweede jaar na de start van de kwekerij voor het eerst een marktgewicht wordt bereikt van 3000g. In het derde jaar is de productie volledig opgestart.

Resultaten

Dhr. Kursten voorziet dat de productie zal bestaan uit verschillende gewichtsklassen forel. Omdat het in het model slechts gerekend kan worden met één marktgewicht, is voor elke gewichtsklasse afzonderlijk de economische haalbaarheid vastgesteld. In het model is gerekend met een jaarlijkse productie van 300 ton forel van 350g, 150 ton forel van 2000g en 50 ton forel van 3000g. In het onderstaande worden per gewichtsklasse de resultaten van het model gepresenteerd.

Productie van 300 ton regenboogforel per jaar van 350g

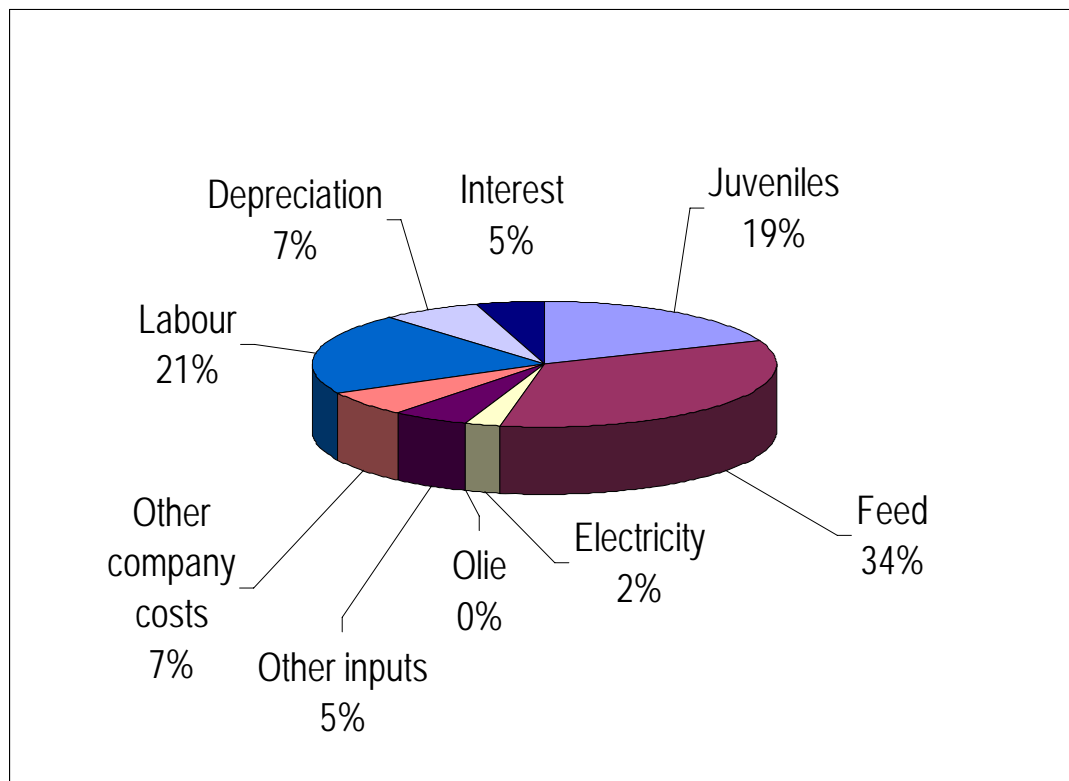
Hieronder worden de belangrijkste resultaten van de modellering van een jaarlijkse productie van 300 ton regenboogforel met een marktgewicht van 350g gepresenteerd. Een volledige weergave van de resultaten staat in bijlage 2.

De productie van 300 ton/jaar regenboogforel met een marktgewicht van 350g is economisch haalbaar onder de gestelde aannames. Tabel 7 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten.

Tabel 8 Overzicht van de belangrijkste kenmerken en resultaten van de berekening van de economische haalbaarheid van de jaarlijkse productie van 300 ton regenboogforel van 350g.

Productie (ton/jaar)	300
Marktgewicht (g)	350
Marktprijs (Euro/kg)	4,25
Kostprijs (Euro/kg)	2,68
Net Present Value (15 year project) (Euro)	4.305.443
Internal rate of return (15 year project) (%)	42.5
Break even (jaar)	4,4

Figuur 2 geeft de relatieve bijdrage van de verschillende kostenposten aan de kostprijs weer.



Figuur 2. Relatieve bijdrage van de verschillende kostenposten aan de kostprijs van regenboogforel van 350g bij een jaarlijkse productie van 300 ton.

Onder de gestelde aannames bedraagt de minimale marktprijs waarbij de teelt 300 ton regenboogforel per jaar van 350g nog als economisch haalbaar aangemerkt wordt € 3,90. Hierbij is naast het criterium dat de *Internal rate of return* groter is dan de *Opportunity costs* ook als voorwaarde gesteld dat de terugverdientijd (*Break even*) kleiner is dan 5 jaar. Wanneer een terugverdientijd kleiner dan 10 jaar toegestaan wordt, wordt onder de gegeven omstandigheden de teelt bij een marktprijs van € 3,03 nog als economisch haalbaar aangemerkt.

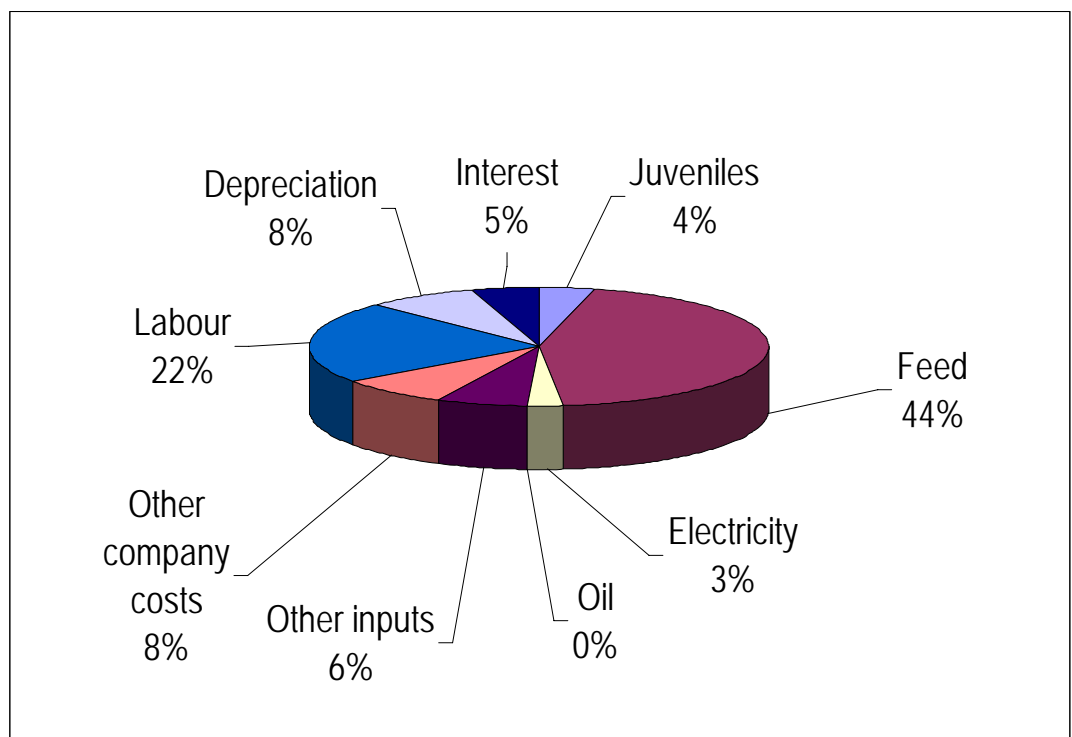
Productie 150 ton regenboogforel per jaar van 2000g

Hieronder worden de belangrijkste resultaten van de modellering van een jaarlijkse productie van 150 ton regenboogforel met een marktgewicht van 2000g gepresenteerd. Een volledige weergave van de resultaten staat in bijlage 3.

De productie van 150 ton/jaar regenboogforel met een marktgewicht van 2000g economisch haalbaar is onder de gestelde aannames. Tabel 9 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten.

Tabel 9 Overzicht van de belangrijkste kenmerken en resultaten van de berekening van de economische haalbaarheid van de jaarlijkse productie van 150 ton regenboogforel van 2000g.

Productie (ton/jaar)	150
Marktgewicht (g)	2000
Marktprijs (Euro/kg)	6,25
Kostprijs (Euro/kg)	2,48
Net Present Value (15 year project) (Euro)	5.783.204
Internal rate of return (15 tear project) (%)	71.9
Break even (jaar)	3,9



Figuur 3. Relatieve bijdrage van de verschillende kostenposten aan de kostprijs van regenboogforel van 2000g bij een jaarlijkse productie van 150 ton.

Onder de gestelde aannames bedraagt de minimale marktprijs waarbij de teelt van 150 ton regenboogforel per jaar van 2000g nog als economisch haalbaar aangemerkt wordt € 4,22. Hierbij is naast het criterium dat de *Internal rate of return* groter is dan de *Opportunity costs* ook als voorwaarde gesteld dat de terugverdientijd (*Break even*) kleiner is dan 5 jaar. Wanneer een terugverdientijd kleiner dan 10 jaar toegestaan wordt, wordt onder de gegeven omstandigheden de teelt bij een marktprijs van € 2,79 nog als economisch haalbaar aangemerkt.

Productie van 50 ton regenboogforel per jaar van 3000g

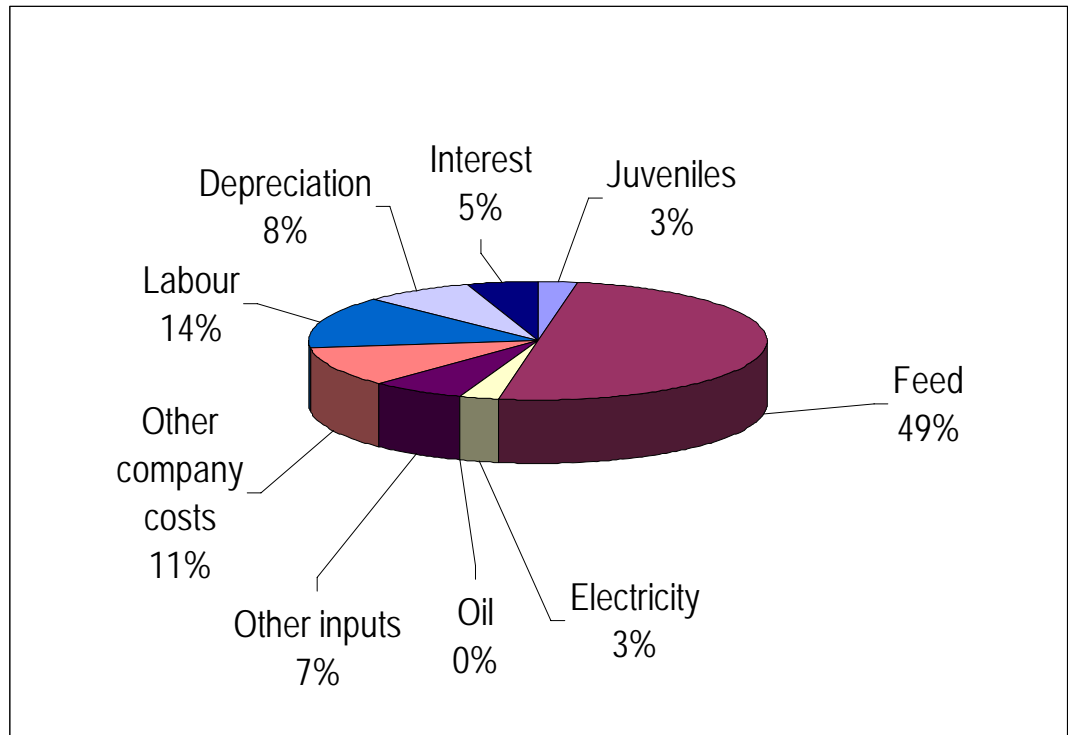
Hieronder worden de belangrijkste resultaten van de modellering van een jaarlijkse productie van 50 ton regenboogforel met een marktgewicht van 3000g gepresenteerd. Een volledige weergave van de resultaten staat in bijlage 4.

De productie van 50 ton/jaar regenboogforel met een marktgewicht van 3000g is economisch haalbaar onder de gestelde aannames. Tabel 9 geeft een overzicht van de belangrijkste resultaten. Opgemerkt dient te worden dat onder de gegeven omstandigheden de terugverdientijd (*Break even*) groter is dan 5 jaar. De terugverdientijd ligt bijvoorkeur dichter bij vijf dan bij tien jaar, omdat er na tien jaar weer fors in afgeschreven (=economisch verouderde) productiemiddelen ge(her)investeerd moet worden.

Tabel 9 Overzicht van de belangrijkste kenmerken en resultaten van de berekening van de economische haalbaarheid van de jaarlijkse productie van 50 ton regenboogforel van 3000g.

Productie (ton/jaar)	50
Marktgewicht (g)	3000
Marktprijs (Euro/kg)	6,25
Kostprijs (Euro/kg)	2,39
Net Present Value (15 year project) (Euro)	1.809.688
Internal rate of return (15 year project) (%)	62,9
Break even (jaar)	4,2

Onder de gestelde aannames bedraagt de minimale marktprijs waarbij de teelt van 50 ton regenboogforel per jaar van 3000g nog als economisch haalbaar aangemerkt wordt € 4,55. Hierbij is naast het criterium dat de *Internal rate of return* groter is dan de *Opportunity costs* ook als voorwaarde gesteld dat de terugverdientijd (*Break even*) kleiner is dan 5 jaar. Wanneer een terugverdientijd kleiner dan 10 jaar toegestaan wordt, wordt onder de gegeven omstandigheden de teelt bij een marktprijs van € 2,89 nog als economisch haalbaar aangemerkt.

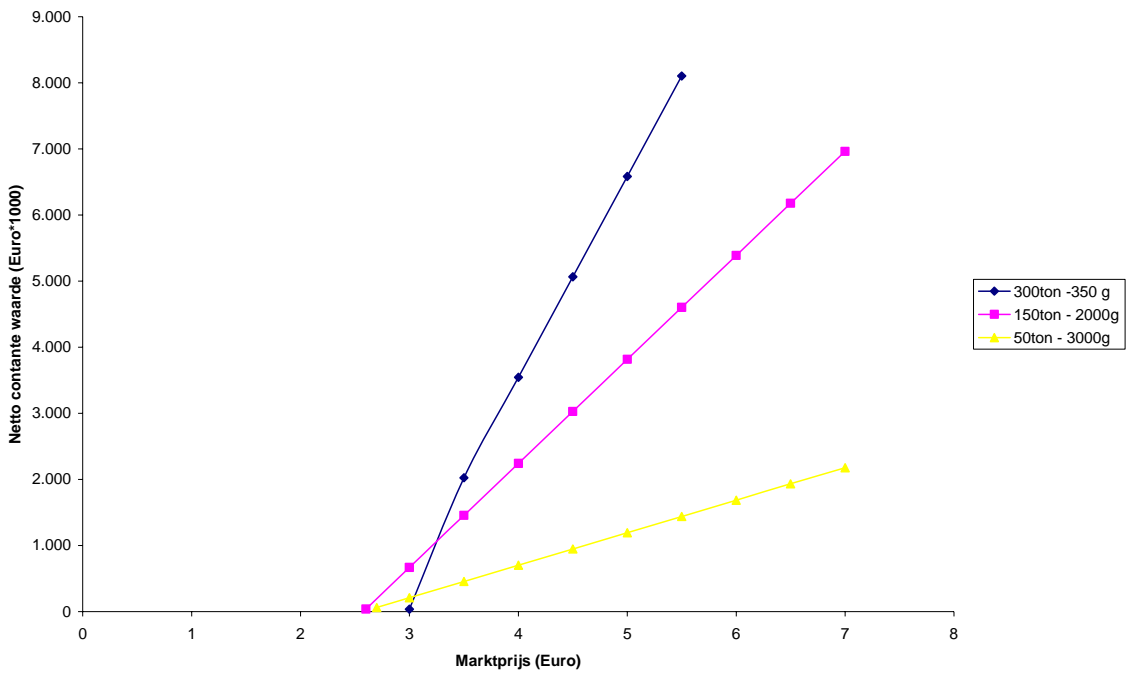


Figuur 4. Relatieve bijdrage van de verschillende kostenposten aan de kostprijs van regenboogforel van 3000g bij een jaarlijkse productie van 50 ton

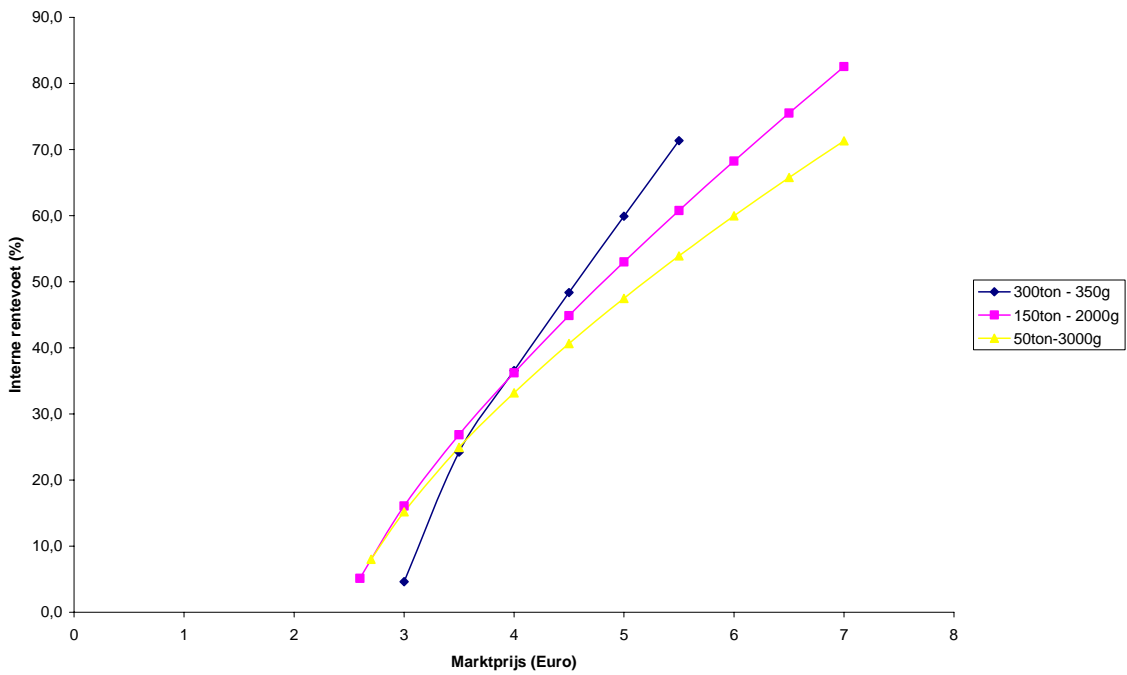
Totale productie van 500 ton regenboogforel per jaar

Uit het bovenstaande blijkt dat de drie gewichtsklassen waaruit de totale jaarlijkse productie van 500ton is opgebouwd ieder afzonderlijk onder de gegeven omstandigheden als economisch haalbaar aangemerkt worden. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat de totale productie ook economisch haalbaar is onder de gegeven omstandigheden.

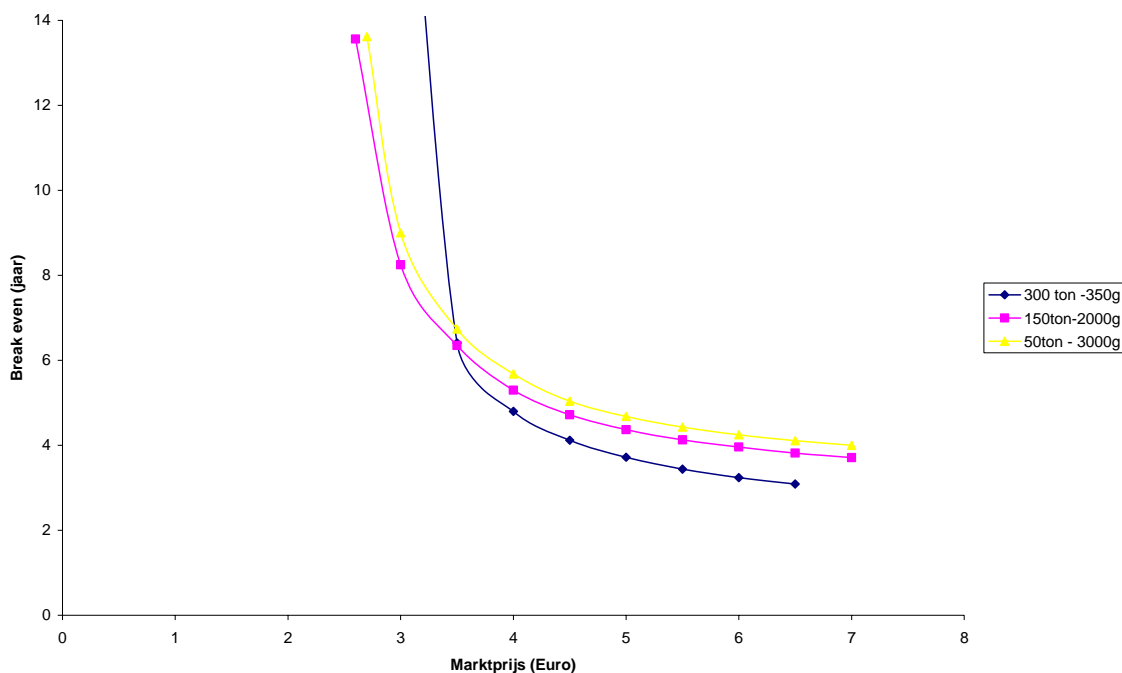
De invloed van de marktprijs op de interne rentevoet (*Internal rate of return*), netto contante waarde (*Net present value*) en *Break even* wordt geïllustreerd voor de productie van 300 ton forel van 350g, 150 ton forel van 2000g en 50 ton forel van 3000g in respectievelijk de figuren 5, 6 en 7. Uit Figuur 5 blijkt dat de netto contante waarde sterk afneemt met wanneer de marktprijs daalt. Uit Figuur 6 blijkt dat de interne rentevoet eveneens sterk afneemt wanneer de marktprijs daalt. Uit Figuur 7 blijkt dat het punt van *Break even* zeer snel toeneemt zodra de marktprijs lager wordt dan circa € 3,50.



Figuur 5: Netto contante waarde in relatie tot marktprijs voor de productie van regenboogforel onder de in dit onderzoek gestelde aannames.



Figuur 6: Interne rentevoet in relatie tot marktprijs voor de productie van regenboogforel onder de in dit onderzoek gestelde aannames.



Figuur 7 Break even in relatie tot marktprijs voor de productie van regenboogforel onder de in dit onderzoek gestelde aannames.

Opgemerkt dient te worden dat in de huidige analyse van de economische haalbaarheid van de forellenteelt geen kosten voor grond zijn opgenomen in de lijst van benodigde investeringen. De reden hiervoor is dat aangenomen is dat de grond gefinancierd kan worden uit de opbrengsten van het gewonnen zand. In het bovenstaande is reeds opgemerkt dat dit een punt van discussie is. Het weglaten van grondkosten heeft een relatief grote invloed op de hoogte van de totale benodigde investeringen voor de forellenkwekerij en op de resultaten van de analyse van de economische haalbaarheid. Met name de *Internal rate of return* is uitzonderlijk hoog als gevolg van het weglaten van grondkosten. Uitgaande van een totaal perceeloppervlak van 15ha en € 35.000,- per ha (gemiddelde prijs voor grond met een agrarische bestemming in 2002) kunnen de kosten voor grond geschat worden op € 525.000,-. Wanneer dit bedrag wordt opgenomen de in totale investeringsbegroting leidt dit tot een aanzienlijke daling van de *Internal rate of return*, een stijging van de kostprijs en een stijging van de terugverdientijd voor de drie marktgewichten. Ook het verschil tussen de gehanteerde marktprijs en de minimale marktprijs waarbij de teelten als economisch haalbaar worden aangemerkt wordt kleiner. Alle drie de teelten worden ondanks de toename van de totale investeringen nog steeds als economisch haalbaar aangemerkt. De terugverdientijden zijn onder die omstandigheden echter groter dan 5 jaar voor de marktgewichten 350g en 2000g en groter dan 10 jaar voor het marktgewicht 3000g.

Het aantal bedrijven in Nederland dat zich bezig houdt met de kweek en houderij van forellen is moeilijk vast te stellen. Volgens Scheerboom (1997) zijn er ongeveer 40 forellenvijver-bedrijven in Nederland die elk ongeveer 20 ton forel nodig hebben. Hier kan worden afgeleid dat de Nederlandse markt voor hengelsportforel ongeveer 800 ton bedraagt. In 1997 werd 90% van de benodigde forellen geïmporteerd uit Denemarken (70%), Duitsland (10%) en België (10%). De overige 10% werd in Nederland geproduceerd. Dit zou een binnenlandse productie van 80 ton in 1997 betekenen. Volgens de FAO was de Nederlandse productie echter 58 ton in dat jaar. Gezien de statistieken van in- en uitvoer, volgens welke overigens veel meer forel wordt geëxporteerd dan er wordt geïmporteerd en geproduceerd, fungeert Nederland ook wat forel betreft min of meer als draaischijf. In Nederlands perspectief zou de productie van Dhr. Kursten een forse impact hebben. Binnen het perspectief van de ons omringende landen gaat het hier om een bescheiden extra bijdrage aan de totale productie en handel, die waarschijnlijk geen grote invloed op de marktprijzen zal hebben.

Van cruciaal belang voor de economische haalbaarheid van de forellenkwekerij van Dhr. Kursten is het koopmanschap van de ondernemer. Wanneer in deze studie een teelt als economisch haalbaar aangemerkt wordt, geldt daarbij uitdrukkelijk als randvoorwaarde dat de betrokken ondernemer daadwerkelijk in staat is alle geproduceerde vis te verkopen tegen een prijs die de teelt economisch haalbaar maakt. Het koopmanschap van de betrokken ondernemer bepaald namelijk in belangrijke mate of Dhr. Kursten zich een positie weet te verwerven op de markt voor regenboogforel. Dit is een belangrijk punt omdat uit het bovenstaande blijkt dat de verschillen tussen de gehanteerde marktprijzen en de minimale marktprijzen waarbij de teelten nog als economisch haalbaar aangemerkt worden, klein zijn. RIVO is echter niet in staat om de kwaliteit van het koopmanschap van de betrokken ondernemer te beoordelen.

Literatuur

- Arnason, A.N., Papst, M.H., Hopky, G.E. (1995) Feeding and growth rate tables for Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) derived from fitting the Ursin-Sparre growth model. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2038. Central and Arctic Region Department of Fisheries and Oceans, Winnipeg, Manitoba R3T 2N6
- Bovbjerg Pedersen, P. (2005) Deens Instituut voor Visserijonderzoek. Persoonlijke communicatie
- LeRoy Creswell, A. (1993) Aquaculture desk reference, Harbor Branch Oceanographic Institution, Inc. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Brannon, E. L. (1991). Trout culture. Culture of salmonid fishes. R. R. Stickney. Boca Raton, CRC Press inc.: 21-56.
- Folkerts, H., Van Dalen, J.H. (1997) Project groeikansen voor kweekvis, eindrapport 1^e fase: de ontwikkelingsfase- een systeem voor ketengewijze product- en marktontwikkeling en methoden voor marktinformatievoorziening in nieuwe innovatieve ketens. VIS.160/JHvD/rvb, NEHEM Consulting group, 's Hertogenbosch.
- Heinen, J.M. (1995) Water quality criteria, uptake, bioaccumulation and public health considerations for chemicals of possible concern in West Virginia mine waters used for Culture of Rainbow trout. Conservation Fund Freshwater Institute, West Virginia.
- Post, G. (1987). Text book of fish health, T.F.H Publications, Inc.
- Stickney, R. R. (1991). Salmonid life histories. Culture of salmonid fishes. R. R. Stickney. Boca Raton, CRC Press.
- Scheerboom, J. (1997) Ik zoek hengelsport-forel. *Aquacultuur* 12 (5), p. 23-25.
- Summerfelt, S.T., Davidson, J.W., Waldorp, T.D., Tsukuda, S.M., Bedak-Williams, J. (2004) A partial-reuse system for coldwater aquaculture. *Aquacultural engineering* 31, p. 157-181.
- Wildkamp Technische catalogus 2003

Bijlage 1 Analyse certificaat Omegam

Bijlage 2 Resultaten van de bio-economische modellering van de productie van 300 ton regenboogforel per jaar van 350g

Bijlage 3 Resultaten van de bio-economische modellering van de productie van 150 ton regenboogforel per jaar van 2000g

Bijlage 4 Resultaten van de bio-economische modellering van de productie van 50 ton regenboogforel per jaar van 3000g