

# De technische en economische haalbaarheid van tarbotteelt in recirculatiesystemen

Kamstra, A.

# RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

**Afdeling:** Aquacultuur

**Rapport:** AQ 92 - 02

De technische en economische haalbaarheid  
van tarbotteelt in recirculatiesystemen.

**Auteur:** A. Kamstra, W.P. Davidse<sup>1</sup> en G. Klomp<sup>2</sup>

**Project:** 60.014 Mariene visteelt

**Projectleider:** Ir. A. Kamstra

**Datum van verschijnen:** februari 1992

1: Landbouw-Economisch Instituut, LEI-DLO

2: Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen, IMAG-DLO

# INHOUD

blz

	Samenvatting .....	1
	Summary .....	1
1	Inleiding .....	3
2	Biologische basisgegevens .....	3
2.1	Pootvisproductie .....	3
2.2	Mortaliteit en ziekten .....	4
2.3	Voeding en voedermethodiek .....	4
2.4	Groei, dichtheid en produktiviteit .....	6
2.4.1	Groei van tarbot onder teeltomstandigheden .....	6
2.4.2	Dichtheid en produktiviteit .....	9
2.5	Waterkwaliteit .....	11
2.5.1	Zuurstofconsumptie en vuilproductie .....	11
2.5.2	Waterkwaliteitseisen .....	11
3	Dimensionering en ontwerp van een teeltsysteem .....	14
3.1	Het houderijsysteem .....	14
3.1.1	Keuze van het type teeltsysteem .....	14
3.1.2	Gebouw en houderijsysteem .....	14
3.1.3	Pompen en debieten .....	15
3.2	Waterzuivering .....	16
3.2.1	Verwijdering van zwevende stof .....	16
3.2.2	Afbraak ammonium en CZV .....	16
3.3	Warmtehuishouding .....	18
3.4	Watersuppletie .....	19
3.4.1	Benodigde hoeveelheid suppletiewater .....	19
3.4.2	Aanvoer en kwaliteit .....	19
3.4.3	Keuze van een locatie .....	20
3.5	Verwerking en lozing van afvalstoffen .....	20
4	De markt voor tarbot .....	22
4.1	Aanvoervolume in de EG .....	22
4.2	Deelmarkten .....	22
4.3	Seizoenspatroon in de aanvoer .....	22
4.4	Prijsvorming .....	23
4.5	Kwaliteitsaspecten .....	26
5	De economische haalbaarheid van tarbotkweek .....	27
6	Konklusies .....	29
Bijlage 1:	Literatuur	
Bijlage 2:	De groeiscenario's SGR -, SGR ±, SGR + en SGR ± tot 1 kg	
Bijlage 3:	Plattegrond van een 50 tons tarbotmesterij	
Bijlage 4:	Berekening van de verwarmingskosten	
Bijlage 5:	Het verband tussen maandelijkse aanvoer en gemiddelde prijs	
Bijlage 6:	De investeringsbegroting voor een 50 tons tarbotmesterij	

## SAMENVATTING

In dit rapport wordt verslag gedaan van een haalbaarheidsstudie naar de teelt van tarbot in Nederland. Doel van de studie is te onderzoeken in hoeverre het afmesten van tarbot economisch haalbaar is in het licht van de huidige kennis van deze teelt en in het verlende hiervan of onderzoek naar het afmesten van tarbot op pilot-schaal gerechtvaardigd is en wat hierbij de onderzoeksvragen zijn.

Op basis van literatuur en eigen gegevens zijn voor een bedrijf met een jaarproductie van 50 ton een aantal biologische kengetallen berekend. Deze kengetallen worden bij de berekening van de uiteindelijke economische haalbaarheid gebruikt. Er zijn een drietal groeiscenario's, met bijbehorende produktiviteit, tot in detail uitgewerkt. In de drie scenario's wordt een gemiddelde groei gerealiseerd van 5 tot 2000 gram in respectievelijk 22, 25 en 28 maanden (SGR -,  $\pm$  en +). Gegeven een relatie tussen maximale dichtheid en lichaamsgewicht resulteren deze groeiscenario's in een produktiviteit van respectievelijk 50.0, 55.8 en 71.2 kg m<sup>-1</sup>jaar<sup>-1</sup>. Bij een gemiddelde groeisnelheid (SGR $\pm$ ) is voor een 50 tons bedrijf een teeltoppervlak van ca. 900 m<sup>2</sup> vereist. Produktie van pootvis wordt als een gegeven beschouwd en hoeft bij de huidige stand van zaken geen knelpunt te zijn.

Gezien de geringe beschikbaarheid van afvalwarmte gecombineerd met water van goede kwaliteit langs de Nederlandse kust, is een recirculatiesysteem noodzakelijk. Op basis van de ervaringen die met recirculatiesystemen in zoetwater zijn opgedaan, is een dergelijk systeem voor zeewater ontworpen. De investeringen in een systeem worden geschat op ca. fl 38,- per kg produktiekapaciteit, afhankelijk van de plaats van vestiging. Met name te hoge watertemperaturen kunnen een probleem vormen op bepaalde locaties.

De omvang van de totale markt voor tarbot in Europa is met ca. 10.000 ton beperkt, vergeleken met die van andere dure vissoorten. Een belangrijk deel van de totale vangst uit de Noordzee en omringende wateren wordt in Nederland aangevoerd (45%). De prijzen voor tarbot zijn de afgelopen tien jaar fors gestegen. De prijzen zijn afhankelijk van de grootte-klasse en fluctueren sterk over het seizoen. Voor gekweekte tarbot van ca. 2 kg (klasse 3 en 4) wordt (voorzichtig) gerekend met een prijs van fl 19,- per kg. De prijs van gekweekte tarbot kan door een aantal factoren in positieve of negatieve zin worden beïnvloed. Met name de pigmentatie zal bij de uiteindelijke prijsvorming een grote rol gaan spelen.

De rentabiliteit van een 50 tons tarbotkwekerij is voor de drie groeiscenario's doorgerekend, onder een aantal aannames. Alleen het goede groeiscenario (SGR+) leidt tot een acceptabele rentabiliteit van 22.6 % op jaarbasis. Bij dit scenario bedraagt de uiteindelijke kostprijs Fl 16,50 per kg. Met name door het produceren van grotere vissen en een verlaging van de pootviskosten valt de kostprijs verder te verlagen.

De eindconclusie is dat de teelt van tarbot in een recirculatiesysteem binnen bepaalde voorwaarden haalbaar lijkt. Van een aantal randvoorwaarden is te weinig bekend om directe investering in een kwekerij op commerciële schaal verantwoord te doen zijn. Voortzetting van het onderzoek in een pilot-plant, waarin een aantal aannames op grotere schaal kunnen worden geverifieerd, is gewenst.

## SUMMARY

The technical and economical feasibility of intensive culture of turbot under local conditions in The Netherlands was studied. The main aim of this study is to carry out a first tentative study of profitability and to evaluate whether further research on this topic in a pilot-plant is justified and which directions such research should take.

Based on data obtained from literature and own observations, relevant technical and biological parameters are calculated, which are used in an economical evaluation subsequently. Three possible growth curves and the resulting productivity are

elaborated on in detail. The three growth curves result in a growth from 5 to 2000 grams in 22, 25 and 28 months respectively (SGR -,  $\pm$  and +). Given a certain relationship between maximum density and body weight, these growth curves result in a productivity of 50.0, 55.8 and 71.2 kg m<sup>-1</sup>year<sup>-1</sup>. At an average growth rate (SGR  $\pm$ ), a total tank area of 900 m<sup>2</sup> is required for a production of 50 tons per year. Supply of fingerlings is taken as a secure input, which should pose no problem considering the state of the art in hatchery-production of turbot fry. The limited availability of heated effluent, combined with the requirement of good water quality necessitate the use of a recirculation system. Based on experience with recirculation systems using fresh water, such a system is designed for sea water. The total investment in this system is estimated to be fl 38,- per kg of production capacity, depending on the site. Especially high water temperatures could pose a problem at some sites.

The total market for turbot in Europe is estimated to be 10.000 tons, which is rather small compared to that for other valuable species. An important part of the total catch is landed in The Netherlands (45%). Prices for turbot have risen considerably over the last ten years. The market price depends to a large extent on the size class and fluctuates considerably within the year. The price of cultured turbot can be influenced by a number of factors in a negative or a positive way. Especially pigmentation and meat quality will be important factors determining the market price.

The profitability of a farm with a production capacity for 50 tons per year is calculated for the three growth curves with a number of assumptions. Only the good growth curve (SGR +) results in an acceptable level of return on investment (22.6%). Under these circumstances, the cost per kg of fish will be fl 16,50. A significant improvement of the profitability is possible by producing larger fish and reducing costs of fingerlings.

The final conclusion is that culture of turbot in a recirculation system seems to be economically feasible under conditions of high productivity. A continuation of this study in a pilot-plant, in which a number of aspects can be verified on a larger scale, is required.

## 1 INLEIDING

Teelt van tarbot staat sinds het begin van de jaren zeventig in de belangstelling en is inmiddels in een aantal landen commercieel van de grond gekomen. Op het RIVO is vanaf eind 1988 op beperkte schaal onderzoek verricht naar de mogelijkheden voor tarbotteelt onder Nederlandse omstandigheden. Aanleiding hiertoe was een verzoek vanuit de Programma Advies Commissie Visteelt en belangstelling vanuit het bedrijfsleven. Deze belangstelling is begrijpelijk gezien het grote belang van de Nederlandse aanvoer van tarbot voor de totale Europese markt en de hoge prijs die deze vis opbrengt.

De haalbaarheid van tarbotteelt is onder andere bestudeerd door Dijkema en de Wilde (1979). De conclusie was toen dat tarbotteelt niet zonder meer haalbaar was omdat er met name een aantal technische problemen moest worden opgelost. Deze problemen, die met name op het gebied van de pootvisproductie lagen, kunnen momenteel als opgelost worden beschouwd.

In deze studie wordt er dan ook van uitgegaan dat productie van voldoende pootvis van goede kwaliteit ook onder Nederlandse omstandigheden mogelijk is. Productie van pootvis wordt hier dan ook niet verder behandeld; alleen op de afmestfase wordt in detail ingegaan.

In dit rapport wordt beargumenteerd dat voor teelt van tarbot onder Nederlandse omstandigheden een recirculatiesysteem nodig zal zijn. Met deze vorm van tarbotteelt is, afgezien van het onderzoek van het RIVO op laboratoriumschaal, weinig tot geen ervaring opgedaan. Over de haalbaarheid op commerciële schaal van deze vorm van tarbotteelt valt uiteraard nog niet veel te zeggen, gezien de vele onzekerheden die er bestaan. Het doel van deze studie is dan ook veeleer om aan de hand van de economische haalbaarheid te onderzoeken of het zinvol is om dit onderzoek op grotere schaal (pilot-installatie) voort te zetten en om aan te geven wat hiervoor de onderzoeksvragen dienen te zijn.

In het eerste deel van het rapport worden met behulp van literatuurgegevens een aantal biologische kengetallen voor teelt van tarbot in een intensief systeem uitgewerkt die voor een economische evaluatie benodigd zijn. In een tweede deel wordt ingegaan op de dimensionering en de technische aspecten van het houderijsysteem. Tenslotte worden de markt voor tarbot en de economische haalbaarheid behandeld.

## 2 BIOLOGISCHE BASISGEGEVENS

### 2.1 Pootvisproductie

De productie van voldoende pootvis van goede kwaliteit is lange tijd beperkend geweest voor het afmesten van tarbot. Momenteel (1991) zijn er in Europa een vijftiental bedrijven die zich bezig houden met het produceren van pootvis, deels voor eigen productie. Hoewel de kwaliteit met betrekking tot pigmentatie in een aantal gevallen te wensen overlaat, zijn er producenten die goed gepigmenteerde vis kunnen leveren (Kamstra & Nijhof, 1991). Verwacht kan worden dat door de betere beheersbaarheid van het productieproces de beschikbaarheid van pootvis in de toekomst toe zal nemen. Een intensief bedrijf van enige omvang, zoals we dat in deze studie in de Nederlandse situatie projecteren, zal zelf pootvis dienen te produceren. Technisch gezien is er geen enkele belemmering om zowel de intensieve produktiemethode voor pootvis als de extensieve methode in Nederland uit te voeren (Nijhof, 1988). De hoge concentratie van zoöplankton in de Nederlandse kustwateren (Daan, 1989) kan de toepassing van de extensieve methode relatief eenvoudig maken.

In deze studie wordt daarom niet dieper ingegaan op de eigenlijke pootvisproductie en wordt er van uitgegaan dat het onder Nederlandse omstandigheden altijd mogelijk is om pootvis te produceren tegen de huidige marktprijzen (ca. fl 5,- /stuk). De prijs van pootvis zal in de toekomst waarschijnlijk dalen tot een niveau van ca. fl 3,50/stuk (Kamstra & Nijhof, 1991).

## 2.2 Mortaliteit en ziekten

De mortaliteit in de afmestfase bepaalt, samen met het afmestgewicht, de hoeveelheid pootvis die nodig is per kg afgeleverd gewicht. Naast vissen die daadwerkelijk sterven, zal men onder kwekerijomstandigheden ook altijd te maken krijgen met een klein deel van de populatie dat niet of nauwelijks groeit en daarom als onbruikbaar moet worden beschouwd. Het inschatten van de grootte van deze laatste groep is moeilijk.

Op de huidige commerciële afmesterijen is de uitval door ziekte gering (Kamstra & Nijhof, 1991). Problemen met ecto-parasieten en *Vibrio spp* kunnen over het algemeen goed bestreden worden. In principe is het mogelijk dat door de aard van een recirculatiesysteem bepaalde, aan waterkwaliteit gerelateerde, problemen sneller op kunnen treden. De mogelijkheden om ziekten te onderkennen en te bestrijden zijn echter in een intensief systeem ook groter.

Uitval door technische problemen kan in de praktijk het grootste deel van de sterfte veroorzaken. Omdat het hierbij om vrij zeldzame gebeurtenissen gaat, valt hier getalsmatig weinig van te zeggen. Vergiftiging door materiaal uit biologische filters, zoals dat in zoetwatersystemen soms voor kan komen en waarmee ook op het RIVO in zeewater zeer slechte ervaringen zijn opgedaan, zijn door een ander management van het systeem en filter te voorkomen.

Uit gegevens van commerciële bedrijven blijkt een overleving van 85% mogelijk te zijn ("achterblijvers"=mortaliteit). Hiermee wordt in eerste instantie gerekend. We gaan er daarbij vanuit dat de verliezen resulteren in (op voorhand) aankoop van meer pootvis en dat de omvang van de uiteindelijke productie niet verandert.

## 2.3 Voeding en voedermethodiek

Over de optimale voersamenstelling en voederstrategie voor tarbot in de afmestfase is relatief weinig bekend; onderzoek op dit terrein vindt met name plaats met larven en pootvis. Het RIVO verricht momenteel experimenteel onderzoek op dit terrein.

We kunnen er van uitgaan dat de voederconversies en groeicijfers waarmee in dit verslag wordt gerekend door toepassing van nieuwe inzichten kunnen worden verbeterd.

Voor de voeding van tarbot kan gebruik gemaakt worden van een drietal typen voer: droge pellets (1), "moist pellets" (2) en verse vis (3).

*ad 1-* Geëxtrudeerde pellets worden voor de kleinere tarbot in de afmestfase veel gebruikt; voor grotere vis is echter veelal niet een geschikte pelletgrootte beschikbaar. Een enkel bedrijf in Frankrijk gebruikt voor de volledige afmestcyclus droogvoer.

Voordelen van het gebruik van droge pellets zijn: geringe arbeids- en opslagkosten en mogelijkheden voor mechanisatie en automatisering van de voedergift. Nadelen zijn: de geringe controle op de kwaliteit van het voer en de grote verspilling bij inadequate pellets.

Wat betreft het eerste aspect wijzen de ervaringen op het RIVO met de voeding van tarbot op een grote gevoeligheid van deze soort voor vitamine-deficiënties. Uit (ongepubliceerde) experimenten door het RIVO blijkt dat de groeieresultaten bij tarbot, met het gebruik van commerciële voeders die gemaakt zijn voor andere soorten, verre van optimaal zijn.

*Kosten:* ± fl 2,-/kg.

*Voederconversie:* 0.8-1.5 afhankelijk van kwaliteit en voedertechniek.

*ad 2-* Moist pellets (50-70% droge stof) bestaan uit een mengsel van (vis)meel en/of verse vis en water en worden ter plekke op de bedrijven gemaakt. Moist pellets worden momenteel in de praktijk veel gebruikt. Voordelen zijn: eenvoudige manipulatie van pelletgrootte en samenstelling. Nadelen zijn: arbeidsintensief (voor een 50-tons bedrijf dient dagelijks 350 kg moist voer gemaakt te worden), bij voerverspilling grote watervervuiling.

Moist pellets met een samenstelling zoals die door het RIVO worden toegepast (LT-vismeel, aardappelzetmeel en vitamine-mix) kosten ca. fl 2,- per kg droge stof (DM)

aan grondstoffen. Voor een 50-tons mesterij is er ca. een halve arbeidskracht nodig voor de productie van moist pellets.

**Kosten:**

Vismeel+verse vis: ca. fl 3,-/kg DM

Vismeel+premix: ca. fl 2,-/kg DM

Voederconversie: 0.6-1.2 op droge stof basis.

*ad 3-* Hoewel het gebruik van verse vis in de tarbotteelt terug loopt, zijn er bedrijven die voor de voeding van grote vissen blauwe wijting (*Micromesistius poutassou*), zandspiering (*Ammodytes tobianus*) en sprot (*Sprattus sprattus*) gebruiken. Voordelen van het gebruik van verse vis zijn: goede voeropname en geringe vervuiling, plaatselijk goedkoop verkrijgbaar. Nadelen zijn: kosten voor transport en opslag, onbetrouwbare aanvoer en risico's van introductie van ziektekiemen.

**Kosten (verse basis):**

blauwe wijting: ca. fl 1,-/kg

sprot: ca. fl 1,-/kg

zandspiering ca. fl 1,20/kg

Voederconversie: 3.5-4 op verse basis.

Bovengenoemde prijzen worden momenteel betaald bij aankoop (in relatief kleine hoeveelheden) van deze soorten in IJmuiden. Gebruik van verse vis is onder deze omstandigheden te duur om te worden toegepast.

In deze studie rekenen we met droge pellets waarbij een conversie van 1.0 voor vissen kleiner dan 200 gram en een conversie van 1.5 voor vissen groter dan 200 gram wordt gehanteerd.

De eigenlijke voeding zal veelal met de hand geschieden, waarbij de frequentie afhankelijk is van de grootte van de vis. Voeding zal een relatief groot deel van de arbeid op een dergelijk bedrijf beslaan.

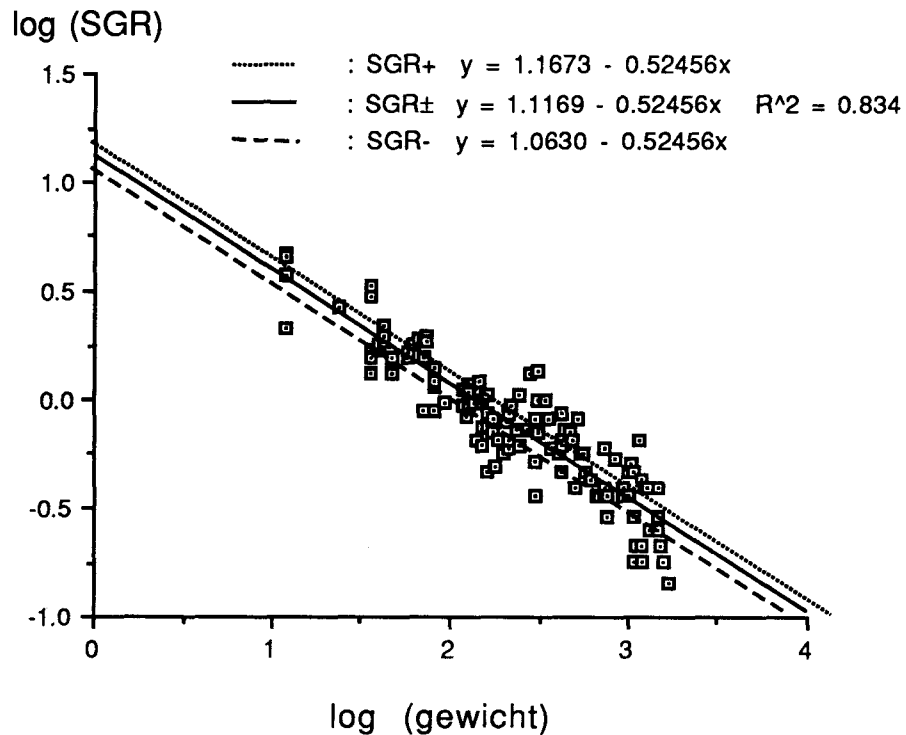


## 2.4 Groei, dichtheid en produktiviteit

### 2.4.1 Groei van tarbot onder teeltomstandigheden

Gepubliceerde gegevens betreffende groei van tarbot onder teeltomstandigheden hebben voorsnog alleen betrekking op laboratorium- en pilotopstellingen. Gegevens uit commerciële opstellingen berusten op mondelinge mededelingen en zijn vrij "kwalitatief" van aard (Kamstra & Nijhof, 1991). Een probleem bij de interpretatie van de gepubliceerde literatuur is dat de meeste auteurs slechts metingen in een klein gewichtstraject verrichten onder veelal sub-optimale omstandigheden (temperatuur, voedersamenstelling). In figuur 1 is een relatief uitgebreide data-set weergegeven afkomstig van één auteur, waarin een groot gewichtstraject wordt bestreken.

Figuur 1. De relatie tussen specifieke groeisnelheid en lichaamsgewicht van tarbot naar Danielssen et al. (1991). De onderbroken lijnen zijn schattingen van afwijkende groei-scenario's.



Log-log transformatie leert dat de relatie tussen specifieke groeisnelheid (SGR) en lichaamsgewicht (W) in dit geval beschreven kan worden als:

$$\text{Log (SGR)} = 1.12 - 0.52 \text{ Log (W)} \approx$$

$$\text{SGR} = 13.09 \text{ W}^{-0.525}$$

Deze relatie nemen we als een groeisnelheid die gemiddeld haalbaar is (SGR ±). Uit figuur 1 is tevens een goed en een slecht groei-scenario gedestilleerd (SGR + en SGR -). Het goede groei-scenario wordt beschreven door de relatie:

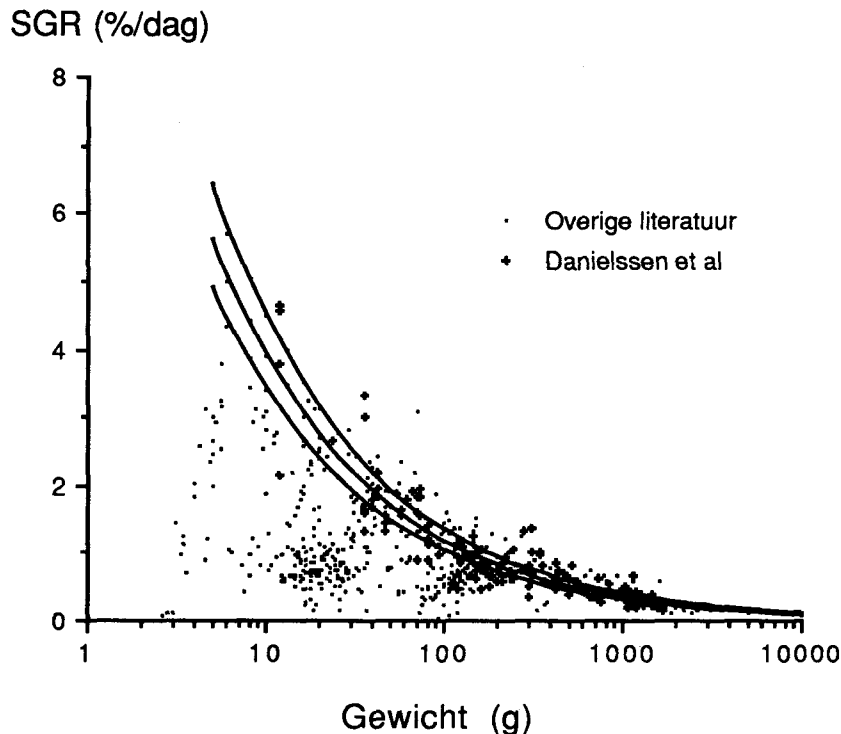
$$\text{SGR} = 14.7 \text{ W}^{-0.525}$$

Het slechte groeiscenario door:

$$\text{SGR} = 11.6 W^{-0.525}$$

In figuur 2 is weergegeven hoe de drie groei-scenario's zich verhouden tot andere gepubliceerde cijfers.

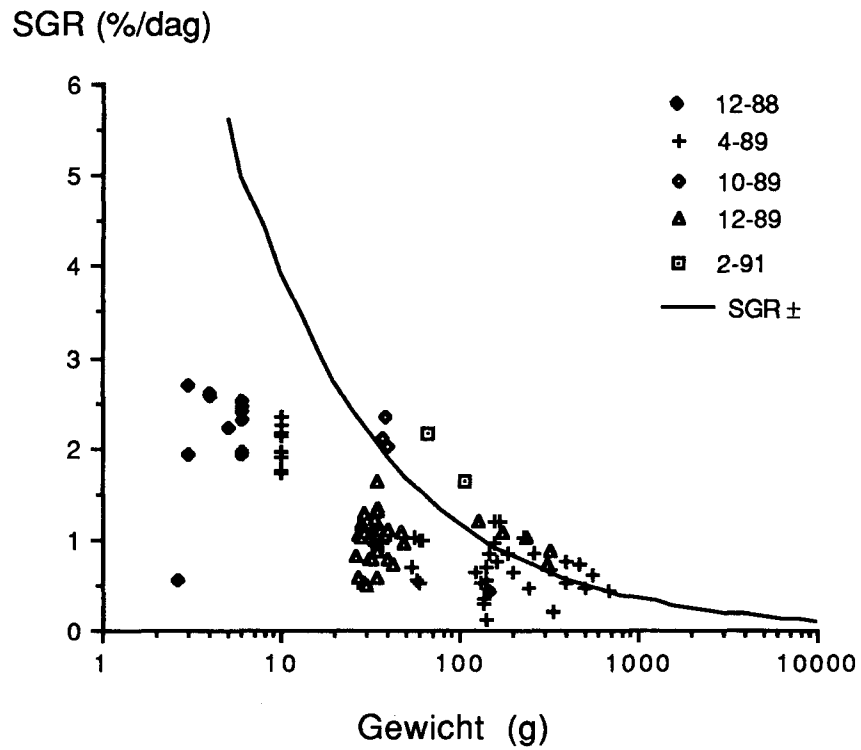
Figuur 2. De relatie tussen specifieke groeisnelheid en lichaamsgewicht voor de drie groei-scenario's (SGR-, ± en +) en data uit de literatuur.



Duidelijk blijkt dat een groot deel van de gepubliceerde groeicijfers ver onder de maximaal haalbare groeisnelheden blijven voornamelijk als gevolg van te lage watertemperaturen en inferieure kwaliteit van voer en pootvis. Uit figuur 2 blijkt tevens dat het maximale groei-scenario (SGR +) in het traject tot 1000 gram nog niet de maximaal haalbare groeisnelheid weergeeft. Uit figuur 2 blijkt dat de groei-snelheid afneemt van 5.62 (SGR ±) %/dag voor een 5-grams vis tot 0.24 %/dag voor een vis van 2 kg. Voor de produktiviteit van het teeltsysteem zijn met name de groeisnelheden van de grote vissen belangrijk. Bij een lichaamsgewicht van 2 kg varieert de groeisnelheid van 0.27 tot 0.21 %/dag voor respectievelijk het goede en het slechte groei-scenario.

In figuur 3 is een groot gedeelte van de groeicijfers uit experimenten uitgevoerd op het RIVO, in de periode vanaf begin 1989, weergegeven. De groeisnelheden voor de vissen tot 10 gram zijn met droogvoerders behaald. In deze voeders liet met name het vitaminegehalte sterk te wensen over (Kamstra et al, 1989). De cijfers voor grotere vissen zijn grotendeels met eigengemaakte moistvoerders tot stand gekomen en blijken redelijk aan de theoretische verwachting te voldoen. De remming van de groei door het recirculatiewater, die in een aantal experimenten is aangetoond (Kamstra et al, 1989), lijkt in een latere fase van het onderzoek niet meer aanwezig te zijn, gezien het feit dat de vis dan maximaal presteert.

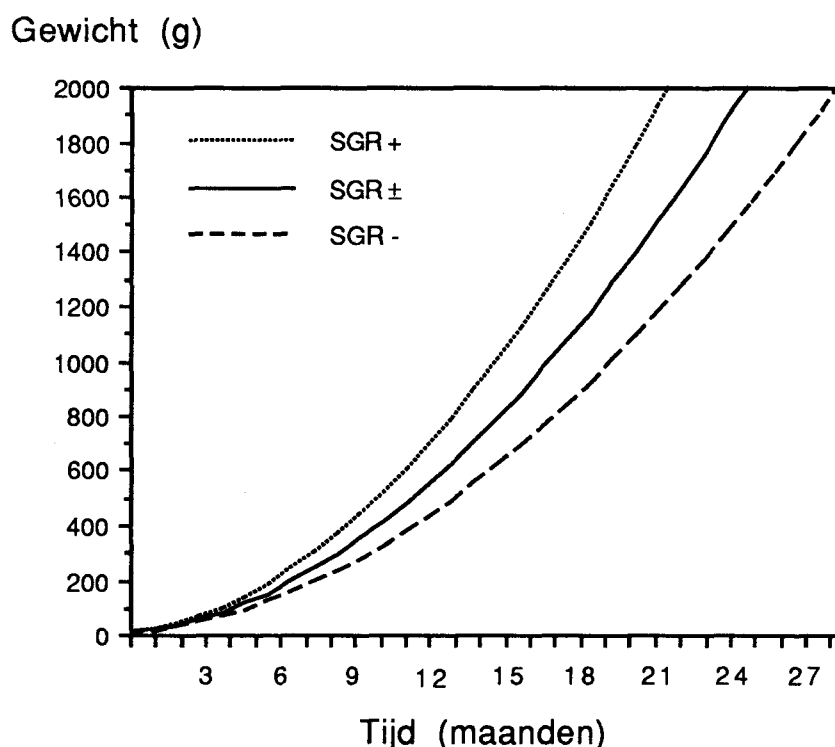
Figuur 3. De relatie tussen specifieke groeisnelheid en lichaamsgewicht in een aantal experimenten uitgevoerd door het RIVO met verschillende groepen vis. Ter vergelijking is het groeiscenario  $SGR_{\pm}$  ingetekend.



Herkomst en tijd van levering van de pootvis:  
 12-88: Butt (Kiel), 4-89: GSP (Hunterston), 10-89: Noorwegen,  
 12-89: Butt (Kiel), 2-91: Maximus (Hirtshals)

De drie groei-scenario's uit figuur 2 resulteren in de volgende groeicurves (figuur 4):

Figuur 4. Groeicurves in het traject 5 - 2000 gram voor de groei-scenario's SGR-, ± en +.



Uit figuur 4 blijkt dat de tijdsduur om het traject van 5 tot 2000 gram te overbruggen voor een gemiddelde vis 22, 25 en 28 maanden bedraagt voor respectievelijk het goede, middelmatige en slechte groei-scenario. In de praktijk treden uiteraard groeiverschillen op tussen vissen uit een bepaalde batch waardoor de curves uit figuur 4 voor individuele vissen sterk uiteen zullen lopen. Er is weinig bekend over spreiding in groei onder commerciële teeltomstandigheden. We gaan er van uit dat in een evenwichtssituatie de verschillen tussen langzame en snelle groeiers geen effecten op de uiteindelijke productie hebben.

#### 2.4.2 Dichtheid en produktiviteit:

De dichtheid waarin vissen van een bepaalde grootte gehouden kunnen worden, is samen met de groeisnelheid sterk bepalend voor de produktiviteit van het systeem en daarmee voor de economische uitkomsten. Over het algemeen kunnen grotere dichtheden aangehouden worden naarmate de dieren groter worden. Over de effecten van dichtheid op groeisnelheid en spreiding van groei bij tarbot is vrijwel niets bekend. In tabel 1 is weergegeven wat voor verschillende visgewichten de maximaal toelaatbare dichtheid is. Deze tabel berust op gegevens uit de literatuur, eigen ervaring en ervaringen van commerciële mesterijen (Kamstra & Nijhof, 1991).

Tabel 1. Maximaal toelaatbare dichtheden voor verschillende visgewichten.

Gewicht (g)	Dichtheid (kg/m <sup>2</sup> )
5 - 10	5
10 - 40	10
40 - 100	20
100 - 300	30
300 - 600	40
600 - 1000	50
>1000	60

Met behulp van de groeisnelheden uit 2.3, de gegevens uit tabel 1 en het verloop van de mortaliteit kan worden berekend hoeveel standing stock in de uiteindelijke evenwichts-situatie aanwezig dient te zijn en hoeveel vis, gegeven een bepaald teeltoppervlak, geproduceerd kan worden. In de bijlagen 2a t/m 2c zijn deze berekeningen voor de drie verschillende groei-scenario's weergegeven. De uitgangspunten hierbij zijn:

- 1 - er wordt maandelijks pootvis ingenomen en maandelijks vis verkocht
- 2 - de cumulatieve overleving over de gehele teeltperiode is 85%
- 3 - vis wordt ingekocht bij een gewicht van 5 gram en verkocht bij een gewicht van 2 kg

*ad 1* - in de praktijk zal minder frequent pootvis ingenomen worden maar dit zal door de spreiding in groei geen effecten op de uiteindelijke produktie uitoefenen. Een minder regelmatige verkoop van grote vis of piekverkopen in een bepaald seizoen leiden tot een geringere benutting van de produktiekapaciteit van het systeem.

*ad 2* - de mortaliteit bedraagt 5.0, 3.2, 2.8 en 0.2% voor respectievelijk de maanden 1, 2, 3 en de resterende maanden.

*ad 3* - vis die verkocht wordt bij een eindgewicht van 2 kg valt in een gunstige gewichtscategorie (klasse 3).

Met behulp van de voederconversie (1.0 voor  $w < 200g$ ; 1.5 voor  $w > 200g$ ) kan eveneens de voedergift voor het gehele systeem in de uiteindelijke situatie worden berekend.

In tabel 2 zijn voor de drie groei-scenario's de belangrijkste teelttechnische kengetallen weergegeven. Het teeltoppervlak is berekend met behulp van de "gemiddelde groeisnelheid" (SGR $\pm$ ). Het berekende teeltoppervlak in bijlage 2 (779 m<sup>2</sup>) is naar een compleet aantal bassins afgerond (zie 3.1.2) tot 896 m<sup>2</sup>. De produktie voor SGR + en SGR - is iteratief in overeenstemming gebracht met het teeltoppervlak, berekend onder SGR  $\pm$ .

Tabel 2. Enkele teelttechnische kengetallen berekend voor drie verschillende groei-scenario's.

	SGR -	SGR $\pm$	SGR +
produktie (ton/jaar)	44.8	50	63.8
teeltoppervlak (m <sup>2</sup> )	896	896	896
produktiviteit (kg/m <sup>2</sup> .jaar)	50.0	55.8	71.2
standing stock min.(ton)	36.5	36.0	40.0
standing stock max.(ton)	40.2	40.2	45.3
SGR stock min.(%/dag)	0.32	0.36	0.41
SGR stock max.(%/dag)	0.33	0.37	0.43
voedergift min.(kg/dag)	176	194	242
voedergift max.(kg/dag)	187	208	263

Het groei-scenario SGR+ resulteert in een aanzienlijk hogere produktie en betere benutting van het systeem. Het is uiteraard verstandig om de dimensionering van een systeem te baseren op het maximale groei-scenario.

Het afmesten tot een lager lichaamsgewicht resulteert in een hogere produktie maar de pootvis-kosten zullen in dat geval hoger liggen. In bijlage 2d is deze situatie uitgewerkt voor een afmestgewicht van 1 kg. Bij een gemiddelde groeisnelheid (SGR $\pm$ ) is de totale produktie in dit geval ca. 10% hoger dan bij een afmestgewicht van 2 kg.

## 2.5 Waterkwaliteit

### 2.5.1 Zuurstofconsumptie en vuilproductie

Om een recirculatiesysteem qua waterzuivering en recirculatie debiet te kunnen dimensioneren dient men de zuurstofconsumptie en vuilproductie in een dergelijk systeem te kennen. De zuurstofconsumptie en vuilproductie zijn in sterke mate afhankelijk van de gerealiseerde groeisnelheid en daardoor moeilijk in te schatten. In tabel 3 zijn een aantal (optimistische) schattingen voor de belangrijkste parameters weergegeven.

Tabel 3. Zuurstofconsumptie en vuilproductie met de variatie over een etmaal (d).

Parameter	g/ kg voer	d <sup>1</sup>
Zuurstof	400	1.2
Kooldioxide <sup>2</sup>	480	1.2
Zwevende stof <sup>3</sup>	250	-
Ammonium-N <sup>4</sup>	40	1.7
Nitraat-N	40	1

1: maximum/ gemiddelde, 2: gebaseerd op een RQ van 0.85, 3: gebaseerd op een verteerbaarheid van de droge stof van 75%, 4: gebaseerd op een N-verteerbaarheid van 90% en N-retentie van 35%.

### 2.5.2 Waterkwaliteitseisen

Naast informatie omtrent de productie en consumptie van stoffen als gevolg van voeding in een systeem, dient men de grenzen te kennen die er aan de concentraties van deze stoffen en fysische parameters gesteld dienen te worden. De huidige kennis omtrent deze te stellen grenswaarden is beperkt en voor een aantal parameters zijn de waarden genoemd in tabel 4 onzeker.

Tabel 4. Grenswaarden en optima voor een aantal fysische en chemische parameters.

	Optimum	Grenswaarde
Temperatuur (°C)	14 - 18	< 24
pH	7.0 - 7.2	6.0 - 9.0
Saliniteit (g/kg)	25-30	22
Zuurstof (g/m <sup>3</sup> )	>8	6
Kooldioxide (g/m <sup>3</sup> )	-	25 ?
Ammonium-N (g/m <sup>3</sup> )	-	14*
Nitriet-N (g/m <sup>3</sup> )	-	1 - 10 ?
Nitraat-N (g/m <sup>3</sup> )	-	100
Zwevende stof (g/m <sup>3</sup> )	-	25 ?

\*bij een pH van 7.5

*Temperatuur*; deze variabele is van grote invloed op het metabolisme en de groeisnelheid van vissen. Met name voor kleine tarbot (5 - 25 gram) is onderzocht wat de optimale watertemperatuur voor maximale groei is. Jones et al. (1980) vinden een optimum bij 19 °C; Scherrer & Person-Le Ruyet (1983) vinden een optimum in de range 16 - 20 °C. Verwacht mag worden dat de optimale temperatuur voor groei van grote tarbot lager zal liggen (ca. 16°C). Informatie van commerciële mesterijen (Kamstra & Nijhof, 1991) wijst erop dat bij temperaturen < 10°C en > 21°C

voeropname en groei praktisch tot stilstand komen. Een kritische bovengrens voor de watertemperatuur is 24 - 25 °C.

*pH*; directe effecten van de pH, binnen "natuurlijke" grenzen (6.0 - 9.0), op groei van vissen zijn onbekend. De pH is echter van groot belang voor de ligging van het evenwicht tussen  $\text{NH}_4^+$  en het giftige  $\text{NH}_3$  (bij een verhoging van de pH neemt het percentage  $\text{NH}_3$  sterk toe). Tevens bepaalt de pH in welke mate de componenten van het carbonaat-systeem aanwezig zijn (bij een pH van 7.5 is voornamelijk bicarbonaat aanwezig). De pH kan eveneens effecten uitoefenen op de nitrificatiesnelheid in de biologische filters, hoewel hier in sterke mate adaptatie aan de heersende omstandigheden kan optreden (Haug & McCarty, 1972).

*Saliniteit*; de invloed van saliniteit op groei en mortaliteit bij tarbot is onderzocht door Scherrer (1984). In de range van 22 tot 35 g/kg werd bij relatief kleine exemplaren ( $w < 30$  g) geen mortaliteit geconstateerd. In de range van 10 tot 22 g/kg trad verhoogde mortaliteit op, terwijl bij 3 g/kg de sterfte 100% bedroeg. Maximale groei trad op bij 25 g/kg. Er werd een duidelijk relatie gevonden tussen de saliniteit en het drogestof-gehalte in de vis.

*Zuurstof*; het zuurstofgehalte is veelal de eerst beperkende factor in een visteelt-systeem. Te lage concentraties zullen in eerste instantie de voeropname remmen en daarmee de groeisnelheid beperken. In een teeltsysteem dient het zuurstofgehalte bij voorkeur  $> 6$  g/m<sup>3</sup> te zijn, hoewel waarden van 4 à 5 g/m<sup>3</sup> enige tijd kunnen worden getolereerd.

*Kooldioxide*; over de effecten van kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ) op de groei van vissen is weinig bekend. Smart et al (1979) heeft aangetoond dat bij regenboogforel (*Oncorhynchus mykiss*) significante effecten op groei optreden bij niveaus van ca. 50 g/m<sup>3</sup>. Bij lagere waarden werd een verhoogd percentage nephrocalcinose in de nieren geconstateerd. Door Jones et al (1980) werden reeds effecten op de groei van tarbot vastgesteld bij concentraties in de range van 10 à 15 g/m<sup>3</sup>. In de praktijk van de meerval- en palingteelt bestaat nog veel onzekerheid over tolerantiegrenzen.

*Ammonium*; Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) is in water gedeeltelijk in de gedissocieerde vorm aanwezig (ammonium;  $\text{NH}_4^+$ ). De verhouding tussen beide stoffen wordt in sterke mate beïnvloed door de pH en in mindere mate door de temperatuur en de saliniteit. De toxiciteit van ammonium wordt grotendeels bepaald door de concentratie van  $\text{NH}_3$ . Alderson (1979) heeft onderzoek verricht naar de effecten van  $\text{NH}_3$  op groei van tarbot en komt tot de conclusie dat bij concentraties van 0.08 en 0.14 g/m<sup>3</sup>  $\text{NH}_3$ -N geen effecten op de groei waarneembaar zijn. Wickins (1980) poneert een grenswaarde van 0.1 g/m<sup>3</sup>  $\text{NH}_3$ -N voor langdurige blootstelling. Een concentratie van 0.1 g/m<sup>3</sup>  $\text{NH}_3$ -N komt bij een pH van 7.5, een temperatuur van 16 °C in zeewater overeen met een concentratie van 13.9 g/m<sup>3</sup>  $\text{NH}_4$ -N.

*Nitriet*; de toxische werking van nitriet wordt grotendeels teniet gedaan door de aanwezigheid van calcium- en chloride-ionen. Omdat deze ionen in zeewater rijkelijk vertegenwoordigd zijn, is de toxiciteit van nitriet in zeewater relatief gering. Grenswaarden kunnen niet worden aangegeven.

*Nitraat*; over effecten van nitraat op groei van vissen is relatief weinig bekend. Poxton et al (1981) beschrijven een situatie met tarbot waarin over langere tijd waarden van 200 à 300 g  $\text{NO}_3$ -N per m<sup>3</sup> werden bereikt zonder nadelige effecten op de vis. Wickins (1981) komt tot de conclusie dat waarden van ca. 100 g  $\text{NO}_3$ -N per m<sup>3</sup> niet schadelijk

zijn. Praktijkervaring met palingteelt duidt erop dat waarden van 150 à 200 g/m<sup>3</sup> niet voor lange tijd kunnen worden overschreden.

*Zwevende stof*; over effecten van zwevende deeltjes op voeropname en groei van vissen is weinig tot niets bekend. Uit de praktijk van de meerval- en palingteelt weten we dat hoge concentraties zwevende stof (>25 g/m<sup>3</sup>) een negatief effect op de voeropname kunnen hebben. Het gaat hierbij met name om zeer kleine deeltjes die moeilijk verwijderd kunnen worden en deels afkomstig zijn uit de biologische filters.



### 3 DIMENSIONERING EN ONTWERP VAN EEN TEELTSYSTEEM

#### 3.1 Het houderijsysteem

##### 3.1.1 Keuze van type teeltsysteem

Een zeer elementaire keuze die men dient te maken ten aanzien van het teeltsysteem is de mate waarin men water recirculeert. Een "single-pass" doorstroomsysteem zonder verwarming zoals dat in Zuid-Europa wordt toegepast, is hier ten lande vrijwel uitgesloten: de gemiddelde watertemperatuur in ons kustwater ligt slechts vier maanden per jaar binnen de range die optimaal is voor de groei van tarbot. Indien men water gaat verwarmen dan zijn de kosten voor verwarming uiteraard lineair gerelateerd aan het waterverbruik ( $m^3/kg$  voer). Het waterverbruik is afhankelijk van de waterkwaliteitsparameter waarop de verversing is gedimensioneerd. Zo wordt bij injectie van zuivere zuurstof in het aanvoerwater het benodigde verversingsdebiet met ca. een factor zes verlaagd. Het benodigde verversingsdebiet wordt in dat geval bepaald door de volgende limiterende factor (kooldioxide). In tabel 5 is weergegeven wat de verwarmingskosten voor een 50-tons kwekerij zijn, bij toepassing van de diverse opties. Hiertoe is gebruik gemaakt van het model in bijlage 4 dat in 3.3 gedetailleerd aan de orde zal komen.

Tabel 5. Globale kosten voor verwarming van water voor diverse typen teeltsysteem.

type systeem	beperkende factor	suppletie-debiet $m^3/kg$ voer	kosten voor verwarming fl/kg produktie
1- doorstroomsysteem zonder $O_2$ -toediening	$O_2$	200	114,77
2- als 1 met toediening van $O_2$	$CO_2$	33	19,16
3- als 2 met beluchting na gebruik en opnieuw $O_2$ -inj.	$NH_3-N$	10	6,00
4- als 3 met verwijdering van ammonium	$NO_3-N$	0.4	0,50

De opties 1 en 2 zijn zelfs bij gedeeltelijke warmteterugwinning niet interessant. Optie 3 is een mogelijkheid wanneer men beschikking heeft over grote hoeveelheden industriële afvalwarmte en een grote hoeveelheid goede kwaliteit suppletiewater. Deze combinatie is in Nederland zeldzaam (Dijkema en de Wilde, 1979) en momenteel mogelijk alleen realiseerbaar in de Eemshaven. Een nadeel is dat hierbij een relatief grote stroom verdund afvalwater ontstaat waardoor aanzienlijke investeringen in nazuivering nodig zullen zijn. Optie 4 is een recirculatiesysteem zoals dat voor teelt van paling en meerval wordt toegepast. Een nadeel van optie 4 zijn de hogere investeringen in zuiveringsapparatuur en de relatief ingewikkelde procestechiek. Een groot voordeel daarentegen is dat de lozing van afvalstoffen uit een dergelijk systeem sterk is gereduceerd. Het is duidelijk dat tarbotteelt op enige schaal in Nederland slechts mogelijk is bij toepassing van recirculatiesystemen.

##### 3.1.2 Gebouw en houderijsysteem

Het benodigde grondoppervlak van het gebouw wordt in sterke mate bepaald door het te installeren teeltoppervlak. In 2.4 is berekend dat voor een produktie van 50 ton bij een gemiddelde groei (SGR  $\pm$ ) een theoretisch teeltoppervlak van 795  $m^2$  nodig is. Om dit teeltoppervlak te vertalen naar een aantal bassins en een plattegrond, dient men te weten welke afmetingen van bassins praktisch gezien bruikbaar zijn voor vissen van de aanwezige grootteklassen. We gaan hier uit van en drietel typen teeltbassin:

- polyester bassins, 2 x 2m, 4  $m^2$  oppervlak, traject 5 - 50 gram
- ronde "golfplaatconstructie" met liner,  $\varnothing$  5.1 m, 20.4  $m^2$  oppervlak, traject 50 - 500 gram

Op basis van de samenstelling van de standing stock in de uiteindelijke evenwichts-situatie, zoals die is weergegeven in bijlage 2, kan berekend worden hoeveel bassins er van ieder type nodig zijn. Afronding naar gehele getallen (naar boven) leert dat er van elk type teeltbassin acht stuks nodig zijn. Theoretisch gezien zou men van de kleinste teeltbassins een kleiner aantal kunnen installeren. Om grotere partijen pootvis ineens op te kunnen vangen is het echter verstandig om hier enige overcapaciteit in te bouwen. Het totaal geïnstalleerde teeltoppervlak komt nu op 896 m<sup>2</sup>.

Bijlage 3 laat zien hoe één en ander er op een plattegrond uit zou kunnen zien. Het totale grondoppervlak van het gebouw bedraagt in deze opzet 2578 m<sup>2</sup>. De kosten voor een gebouw worden uiteraard sterk beïnvloed door de mate van isolatie die men wil realiseren. In 3.3 wordt op dit aspect nader ingegaan.

Buiten het gebouw dient ruimte te zijn voor een slibtank en een watervoorraad-bassin. De totale hoeveelheid benodigde grond schatten we op 5000 m<sup>2</sup>. Grondprijzen zijn sterk afhankelijk van de locatie. Op haventerreinen varieert de prijs van 5,- tot 250,- gulden per vierkante meter (Anon., 1989) ; achter zeeweringen op agrarische gronden lopen de prijzen uiteen van 1,- tot 4,- gulden per vierkante meter. In deze studie zal met fl 100,- per vierkante meter worden gerekend.

### 3.1.3 Pompen en debieten

Het recirculatie-debiet wordt bepaald door de vraag naar zuurstof die afhankelijk is van de voeding. Bij een zuurstofconsumptie van 400 g/kg voer (tabel 3), een ingaand zuurstofgehalte van 16 g/m<sup>3</sup> en een uitgaand gehalte van 6 g/m<sup>3</sup> is het benodigde debiet 40 m<sup>3</sup>/kg voer. Het recirculatie-debiet dient tevens in de piekbehoefte aan zuurstof te kunnen voorzien. Dit betekent dat de 40 m<sup>3</sup>/kg voer met 1.2 (d) vermenigvuldigd moet worden. Bij de berekening van het debiet gaan we uit van de maximale voeding voor de drie subsystemen bij het maximale groeiscenario. In tabel 6 is weergegeven wat de benodigde debieten per subsysteem zijn.

Tabel 6. Maximale voeding en recirculatie-debiet per subsysteem.

<u>systeem</u>	<u>klein</u>	<u>middel</u>	<u>groot</u>
max. voeding (kg/dag)	5	54	205
recirculatie-debiet (m <sup>3</sup> /uur)	10	108	410
pompen (kW)	3x0.5	3x1.8	3x7

We kiezen per subsysteem voor twee identieke recirculatiepompen. Druk aan de pomp ca. 0.7 bar voor de recirculatiepompen en 0.4 bar voor de pomp van het tricklingfilter. Indien het debiet over het tricklingfilter globaal genomen gelijk moet zijn aan het recirculatie-debiet dan kan de pomp voor het tricklingfilter identiek zijn aan die voor de recirculatie. Op deze manier zijn de pompen per subsysteem uitwisselbaar.

Uit oogpunt van veiligheid en constructie wordt gekozen voor dompelpompen, die overigens qua aanschaf een factor twee duurder zijn dan droog geplaatste pompen. Het totaal geïnstalleerde continue vermogen van het hele bedrijf schatten we op 40 kW.

## 3.2 Waterzuivering

### 3.2.1 Verwijdering zwevende stof

Voor de verwijdering van vaste zwevende delen wordt in dit plan gekozen voor een trommelzeef. Hiermee kunnen deeltjes groter dan 50 micron direct uit het systeem verwijderd worden. Upflow filters en bezinkers zijn voor zeewatersystemen minder geschikt omdat in dergelijke systemen zeer snel sulfide-vorming op kan treden als gevolg van het hoge gehalte aan sulfaat in zeewater.

Uitgegaan wordt van een trommelzeef met een capaciteit van ca. 100 kg voer bij 50 micron en 200 m<sup>3</sup>/uur.

Om de saliniteit in het systeem constant te houden, dient de zeef met zeewater gespoeld te worden. Bij gebruik van deze apparatuur schatten we het waterverbruik op 0.5 m<sup>3</sup> per kg voer.

### 3.2.2 Afbraak ammonium en CZV

De dimensionering van het biologische filter wordt afgestemd op de productie en verwijderingssnelheid van ammonium. Gekozen wordt voor een tricklingfilter met Bionet<sup>®</sup> als filtermedium. Gebruik van submerged filters in zeewatersystemen geeft extra risico's waar geen voordelen tegenover staan. Bij gebruik van Bionet<sup>®</sup> zijn verstoppingen praktisch uitgesloten waardoor lichte en goede filterconstructies mogelijk zijn. Om een goede ontgassing te waarborgen wordt het complete recirculatie-debiet over het tricklingfilter geleid. We gaan er vanuit dat de specifieke omzettingssnelheid van ammonium met Bionet<sup>®</sup> even groot is als die bij gebruik van Filterpack<sup>®</sup> als medium.

Nitrificatie wordt geremd door chloride en verloopt daardoor in zeewater langzamer dan in zoetwater. De omzettingssnelheid (R) van ammonium in zeewater is onderzocht door Nijhof en Bovendeur (1990) en wordt beschreven door de functie:

$$R = 0.22 [\text{NH}_4\text{-N}]^{0.5} - 0.11 \quad (24^\circ\text{C})$$

Deze omzettingssnelheid is afhankelijk van de temperatuur en wordt beschreven door de Arrhenius vergelijking:

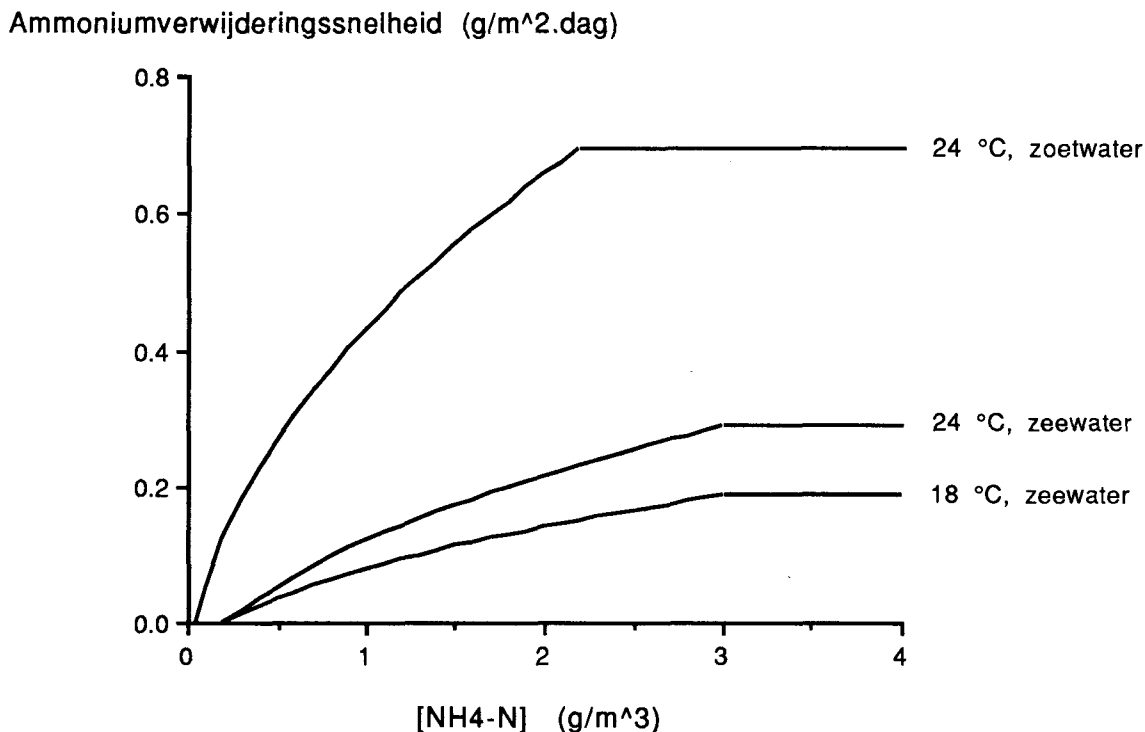
$$R_t = R_0 10^{K(t-t_0)}$$

De waarde van de coëfficiënt K bedraagt 0.03 voor biofiltersystemen. Voor een temperatuur van 18 °C kan de formule omgewerkt worden tot:

$$R = 0.1482 [\text{NH}_4\text{-N}]^{0.5} - 0.07$$

Gaan we er van uit dat de transitieconcentratie, waarbij de ammonium-verwijderingssnelheid van 1/2-orde naar 0-orde overgaat, bij 3.0 g NH<sub>4</sub>-N per m<sup>3</sup> ligt (Nijhof en Bovendeur, 1990) dan ziet het verband tussen de ammoniumconcentratie en de verwijderingssnelheid er als volgt uit (figuur 5):

Figuur 5. Het verband tussen de ammoniumconcentratie en de verwijderingssnelheid van ammonium in zeewater bij 18 en 24 °C en bij 24 °C in zoetwater.



Uit figuur 5 blijkt dat de verwijderingssnelheid in een recirculatiesysteem met tarbot in de praktijk in de orde van  $0.15 \text{ g m}^{-2} \text{ dag}^{-1}$  zal liggen. Bij een ammoniumproductie van  $40 \text{ g kg voer}^{-1}$  (tabel 3) betekent dit dat ca.  $260 \text{ m}^2$  biofilteroppervlak nodig is per kg voer (= ca.  $1.3 \text{ m}^3$  filtermateriaal van  $200 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$ ). De hoeveelheid te installeren biofiltermateriaal wordt afgestemd op de maximale voedergift bij scenario SGR+. Dit betekent dat voor de drie deelsystemen voor kleine, middelgrote en grote tarbot respectievelijk nodig is:  $7 + 70 + 267 = 344 \text{ m}^3$  filtermateriaal. Wanneer we rekenen met een filterhoogte van 3 m dan bedraagt het grondoppervlak voor biologische filters totaal  $115 \text{ m}^2$  ( $1.5 \times 1.5$ ,  $4.8 \times 4.8$  en  $6.7 \times 13.3$ ). Optimalisatie van de vorm van het filter is voor deze studie niet relevant maar kan in de praktijk belangrijk zijn.

### 3.3 Warmtehuishouding

De kosten voor verwarming in een visteeltsysteem worden bepaald door:

- 1- de transmissieverliezen door de wanden van het gebouw
- 2- de ventilatieverliezen
- 3- de verwarming van suppletiewater
- 4- de warmteproductie door de aanwezige levende biomassa en apparatuur

ad 1- De optimale temperatuur voor teelt van tarbot ligt in de range van 14 tot 18 °C. We rekenen in eerste instantie met een temperatuur van 16 °C. In winter of zomer is het mogelijk om de temperatuur tot bovengenoemde uitersten te laten variëren. De benodigde ruimtetemperatuur stellen we eveneens op 16 °C.

Het verloop van de temperatuur van de buitenlucht bepaalt in sterke mate het verloop van de transmissieverliezen over het seizoen. Als gemiddelde luchttemperatuur langs de kust nemen we de waarden vermeld in de Klimaatatlas van Nederland.

De transmissieverliezen worden berekend met de formule:

$$\emptyset = k \cdot A \cdot \Delta t$$

waarin;

k de k-waarde (W/m<sup>2</sup>) van de wand- en dakconstructie

A het oppervlak

$\Delta t$  het temperatuursverschil tussen binnen en buiten

De mate waarin men het gebouw wil isoleren is van grote invloed op de kosten van het gebouw. Bij palingkwekerijen kiest men voor een zeer goede isolatie ( $k = \pm 0.3$ ), waarbij het tegengaan van condensvorming bij lage temperaturen overigens een grote rol speelt. De investeringen in een dergelijk gebouw bedragen fl 200,- tot 400,- per vierkante meter. Ter vergelijking: in de glastuinbouw werkt men met constructies met k-waarden van 5 à 6 en investeringen van fl 80,- per vierkante meter. We kiezen hier in eerste instantie voor een constructie met een k-waarde van 1. We gaan ervan uit dat er geen speciale isolatie op het grondoppervlak wordt aangebracht. De transmissieverliezen naar de grond worden verwaarloosd.

ad 2- De ventilatie in een viskwekerij is in eerste instantie gericht op het verwijderen van kooldioxide. De benodigde ventilatie is afhankelijk van de voeding, de CO<sub>2</sub>-productie per kg voer en het toelaatbare geachte CO<sub>2</sub>-gehalte in de lucht. Bacteriële productie van CO<sub>2</sub> in het biologische filter wordt hier buiten beschouwing gelaten. Bij een CO<sub>2</sub>-productie van 480 g/kg voer en een grenswaarde van 0.15% bedraagt de benodigde ventilatie 162 m<sup>3</sup>/kg voer. Naast de energie die nodig is om de verse lucht te verwarmen is eveneens energie nodig om de energie-ontrekking door verdamping, die met name in het tricklingfilter zal optreden, te compenseren. Met behulp van de relatieve vochtigheidsgraad in de buitenlucht en een schatting van de vochtigheidsgraad van de geventileerde lucht (90%) kan een schatting van het energieverlies door verdamping worden gemaakt.

ad 3- De hoeveelheid energie nodig voor de verwarming van suppletiewater is afhankelijk van de verversingsgraad in het systeem (m<sup>3</sup>/kg voer) en het temperatuursverschil tussen ingaand en uitgaand water. Het gemiddelde waterverbruik stellen we op 0.5 m<sup>3</sup>/kg voer, wat voor palingkwekerijen goed haalbaar blijkt te zijn. Het verloop van de temperatuur van het zeewater hangt in sterke mate samen met het verloop van de luchttemperatuur. In relatief ondiepe en beschermde gebieden met beperkte wateruitwisseling met de open zee, liggen de uiterste temperaturen verder uit elkaar. Voor onze berekening maken we gebruik van de gemiddelde maandelijkse watertemperatuur bij Den Helder- 't Horntje verzameld over de periode 1861-1987. De beoogde watertemperatuur in het systeem stellen we op 16 °C.

ad 4- De warmteproductie door de vissen wordt geschat op 30% van de energieinhoud van de voeding (6000 kJ/kg voer). De warmteproductie van de aanwezige apparatuur is globaal genomen gelijk aan het totaal geïnstalleerde en continu belaste elektrische vermogen (ca. 40 kW).

In bijlage 4 is met behulp van een eenvoudig rekenmodel het gasverbruik per maand uitgerekend, onder bovengenoemde veronderstellingen. Uit bijlage 4 blijkt dat het totale jaarlijkse gasverbruik langs deze weg op ca. 40.000 m<sup>3</sup> geschat kan worden. Hierbij blijkt dat er in de zomermaanden zelfs een energie-overschot aanwezig is. Op jaarbasis blijkt ca. 50% van de benodigde warmte door het systeem zelf te worden geproduceerd.

### 3.4 Watersuppletie

#### 3.4.1 Benodigde hoeveelheid suppletiewater

De benodigde hoeveelheid suppletiewater wordt bepaald door:

- 1- de hoeveelheid water nodig om de waterkwaliteit in het systeem op peil te houden,
- 2- water nodig om de vis "af te zwemmen",
- 3- water dat mogelijk nodig is voor koeling tijdens warme perioden.

*ad 1-* De watersuppletie in een recirculatiesysteem wordt over het algemeen afgestemd op het handhaven van een bepaalde nitraatconcentratie in het systeem. Bij een grenswaarde van 100 g/m<sup>3</sup> en een productie van 40 g/kg voer is een suppletiedebiet nodig van 0.4 m<sup>3</sup>/kg voer. Zekerheidshalve rekenen we met 0.5 m<sup>3</sup>/kg voer. De maximaal (SGR+, maximale voeding) benodigde hoeveelheid water voor deze post bedraagt 132 m<sup>3</sup>/dag (5.5 m<sup>3</sup>/uur). We gaan ervan uit dat het water dat tijdens sorteringen wordt afgelaten in het systeem wordt opgevangen.

*ad 2-* Vis die in een recirculatiesysteem wordt gekweekt dient bij voorkeur voor de verkoop enige dagen in vers doorstromend water gehouden te worden. Hierdoor worden eventuele voedselresten uit het maag- darmkanaal verwijderd en kan de smaak van de vis mogelijk verbeterd worden. Bij maandelijks verkoop van 5 ton vis is voor het afzwemmen, bij gebruik van zuivere zuurstof ( $\Delta O_2 = 14 \text{ g/m}^3$ ) ca. 20 m<sup>3</sup>/uur nodig. Dit water hoeft niet verwarmd te worden. Dit water kan na gebruik weer als suppletiewater voor het systeem gebruikt worden.

*ad 3-* Zoals bleek in 3.3, kan tijdens warme perioden in de zomer koeling van het systeemwater noodzakelijk zijn. Eén van de mogelijkheden om dit te bewerkstelligen is door extra suppletie. De mate waarin deze extra suppletie noodzakelijk is hangt met name af van de maximum temperatuur van het suppletiewater. Op locaties met een geringe wateruitwisseling (bijv. de Zeeuwse wateren) liggen de zomermaxima hoger dan op meer open locaties. Koeling kan eveneens bewerkstelligd worden door geforceerde ventilatie met gekoelde lucht. Een nauwkeurige inschatting van de hoeveelheid suppletie noodzakelijk voor koeling is daarom niet te geven. In z'n algemeenheid nemen we aan dat voor dit soort situaties en bijvoorbeeld calamiteiten een verversing van drie maal de systeem-inhoud per dag noodzakelijk kan zijn. Dit betekent dat 3000 m<sup>3</sup>/dag = 125 m<sup>3</sup>/uur verversst moet kunnen worden.

#### 3.4.2 Aanvoer en kwaliteit

In principe kan voor watersuppletie gebruik gemaakt worden van (zout) grondwater en van oppervlaktewater. De eerste optie wordt door een aantal bedrijven in Frankrijk toegepast (Kamstra & Nijhof, 1991). Een risico hierbij is dat men na verloop van tijd een brak mengsel gaat oppompen dat in de praktijk soms vervuild kan zijn met PAK's (persoonlijke mededeling Waterleidingbedrijf Kennemerland). Ook op een bedrijf in Frankrijk zijn dergelijke problemen gesignaleerd. Toepassing van bronwater lijkt daarom, afgezien van goed onderzochte locaties zonder industriële activiteit, niet raadzaam.

Bij gebruik van oppervlaktewater dient onderscheid gemaakt te worden tussen twee soorten locaties:

#### *Haventerreinen*

Op deze locaties is het risico van vervuiling niet denkbeeldig en zullen speciale voorzorgsmaatregelen getroffen moeten worden. Zo kan men bijvoorbeeld besluiten om alleen tijdens hoog water suppletiewater in te nemen. In alle gevallen is het overigens raadzaam om een watervoorraadvat te gebruiken waarin de "normale" behoefte voor twee dagen kan worden opgeslagen (ca. 250 m<sup>3</sup>). Bij gebruik van oppervlaktewater is het tevens raadzaam om het opgepompte water over een zandfilter te leiden om slibdeeltjes en algen te verwijderen. Gezien de relatief geringe debieten vergt dit een kleine investering.

Het risico van residu-vorming in de vis van milieu-kritische stoffen in een dergelijk systeem is overigens gering omdat dergelijke contaminatie over het algemeen via de voedselketen optreedt.

#### *Locaties achter zeekeringen*

Hoewel niet voor de hand liggend, is wateraanvoer en afvoer over een zeekering, gezien de geringe debieten, technisch zeker mogelijk. Bij de kwekerij van de OVB te Lelystad wordt dit principe reeds lange tijd op grote schaal toegepast. In principe kunnen op dit soort locaties bovengenoemde problemen op voorhand vermeden worden. De aanvoer-leiding en pompconstructie zal in dit geval echter duurder worden.

#### 3.4.3 Keuze van een locatie

De keuze van een locatie zal in sterke mate worden beïnvloed door de beschikbaarheid van suppletiewater van voldoende kwaliteit (saliniteit en temperatuur) en de mogelijkheden om ter plekke effluent te lozen. Een tweede selectiecriteria is de grondprijs en de vraag of een viskwekerij in het plaatselijke bestemmingsplan past. Visteelt wordt in de meeste gemeenten als een agrarische activiteit beschouwd, wat problemen kan geven op industrieterreinen. In figuur 6 wordt een overzicht gegeven van gebieden die mogelijk in aanmerking zouden kunnen komen.

### **3.5 Verwerking en lozing van afvalstoffen**

De hoeveelheid en samenstelling van het effluent van een viskwekerij is sterk afhankelijk van het type systeem en het management. Een recirculatiesysteem heeft als voordeel dat een deel van de vuilproductie van de vissen door de interne zuivering wordt afgebroken en de reststromen compact en dus goed te behandelen zijn. In het onderhavige plan wordt het slib van de trommelfilters (voerresten + faeces) over een bezinker geleid. We gaan ervan uit dat ca. 50% van het aanwezige nitraat in de bezinker wordt gedenitrificeerd. Aangenomen wordt dat 80% van de CZV en N<sub>kj</sub> in de bezinker afgescheiden kan worden. Het afgescheiden slib (2% DM, 2m<sup>3</sup>/dag) wordt in een slib-tank verzameld en regelmatig verwijderd. Op basis van metingen aan de vuilproductie door een recirculatiesysteem voor paling (Kamstra, van der Heul en Kesteloo-Hendrikse, 1990) kan een schatting gemaakt worden van de verwachte vuiluitstoot door een tarbotkwekerij (tabel 7).

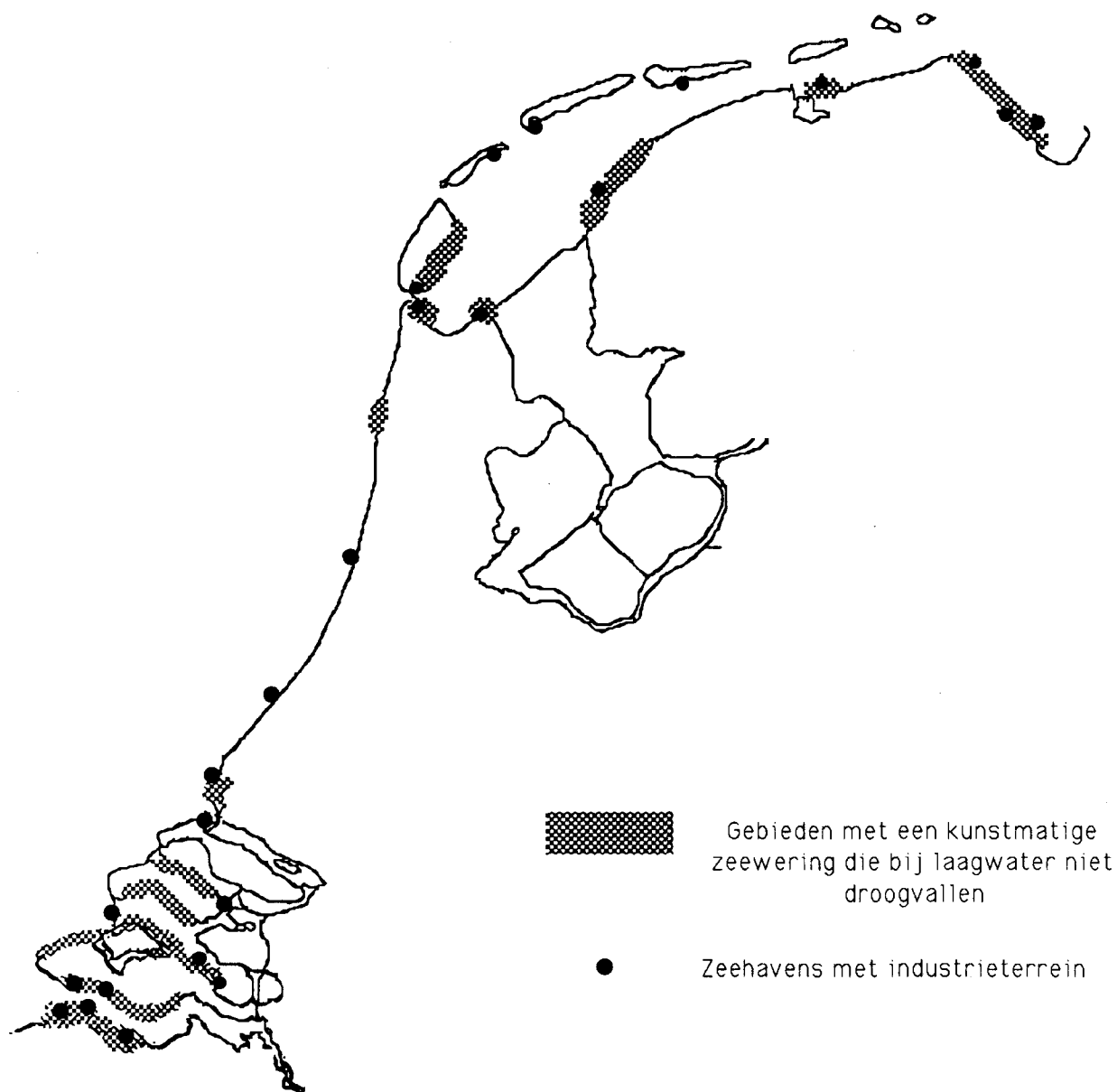
Tabel 7. Dagelijkse vuillast in het effluent van een 50-tons tarbotkwekerij bij een gemiddelde voedergift (200 kg/dag) en een voederconversie van 1.5

Vervuilingseenheden (VE)	96
stikstof	4000 g
fosfor	935 g

Deze hoeveelheden geven voor tarbot een overschatting omdat met deze vissoort gunstiger voederconversies mogelijk zijn.

De kosten per VE schatten we op fl 100,-. De kosten voor slibverwerking schatten we op fl 15,-/m<sup>3</sup>.

Figuur 6. Overzicht van lokaties die op het eerste gezicht in aanmerking zouden kunnen komen voor de situering van een zeewater-recirculatiesysteem.





## 4. DE MARKT VOOR TARBOT

### 4.1 Aanvoervolume in de EG

Tarbot is één van de hooggeprijsde vissoorten in de EG. De marktomvang is met 10.000 ton nogal gering in vergelijking met andere dure vissoorten zoals tong (40.000 ton), zalm (35.000 ton + 150.000 ton import) en zeebaars (31.000 ton) (FAO, Eurostat).

Aanvoercijfers voor tarbot volgens de FAO-visserijstatistiek geven voor de zones, excl. de Middellandse Zee, een betrekkelijk stabiel beeld sinds 1980. Het totaal varieert van 6400 ton tot 7300 ton, waarvan een belangrijk gedeelte (rond 45%) in Nederland wordt aangevoerd. Denemarken komt tot zo'n 1300 ton en Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk voeren een hoeveelheid van 600-1000 ton aan.

De Spaanse kweektarbot moet in dit verband ook worden genoemd. In 1990 werd hiervan ongeveer 500 ton aangevoerd en voor 1991 wordt een produktie van 800 à 1000 ton verwacht (Globefish, 1991).

### 4.2 Deelmarkten

De aangevoerde tarbot wordt in Nederland in vijf gewichtsklassen onderscheiden. Tabel 4.1 geeft hiervan een overzicht en laat tevens het aandeel per grootte-klasse in de totale aanvoer zien.

Tabel 4.1 Aandeel van de tarbot grootte-klassen in de totale aanvoer in Nederland (1990)

<u>Klasse</u>	<u>gewicht</u>	<u>% van totale aanvoer in Nederland</u>
1	> 4 kg	15,3
2	3-4 kg	8,7
3	2-3 kg	13,8
4	1-2 kg	39,4
5	< 1 kg	<u>22,8</u>
		100,0

Deze verdeling van de aanvoer over de verschillende grootte-klassen in 1990 wekt weinig af van die in 1989.

De tarbot is een typische restaurant vis. Tarbot 1 is bestemd voor de top restaurants en de volgende maten voor de wat lager geklasseerde restaurants.

Tarbot met een gewicht van 3 kg of meer is vereist voor het snijden van moten; de maten 4 en 5 zijn meer bestemd voor het fileren.

De prijzen van de vijf tarbot klassen vertonen grote verschillen. In 1990 kwam tarbot 1 uit op gemiddeld fl 29,60 per kg op afslagniveau en de tarbot 4 en 5 op respectievelijk fl 17,10 en fl 15,95 per kg.

### 4.3 Seizoenpatroon in de aanvoer

De spreiding van de aanvoer van tarbot aan de afslagen is verschillend voor de vijf grootte-klassen. Tarbot 1 wordt het meest aangevoerd in de paaitijd, in mei en juni. In deze twee maanden werd in 1990 ruim 27% van de jaarhoeveelheid aangevoerd.

De kleine tarbot (marktsorteringen 4 en 5) worden het meest in het najaar (oktober en november) aangevoerd. De aanvoerpiek leidt dan tot een aanvoer van respectievelijk 35% en 42% van het jaartotaal in 1990. De klassen 2 en 3 vertonen een aanvoerpatroon dat tussen dat van klasse 1 en 4 in valt.

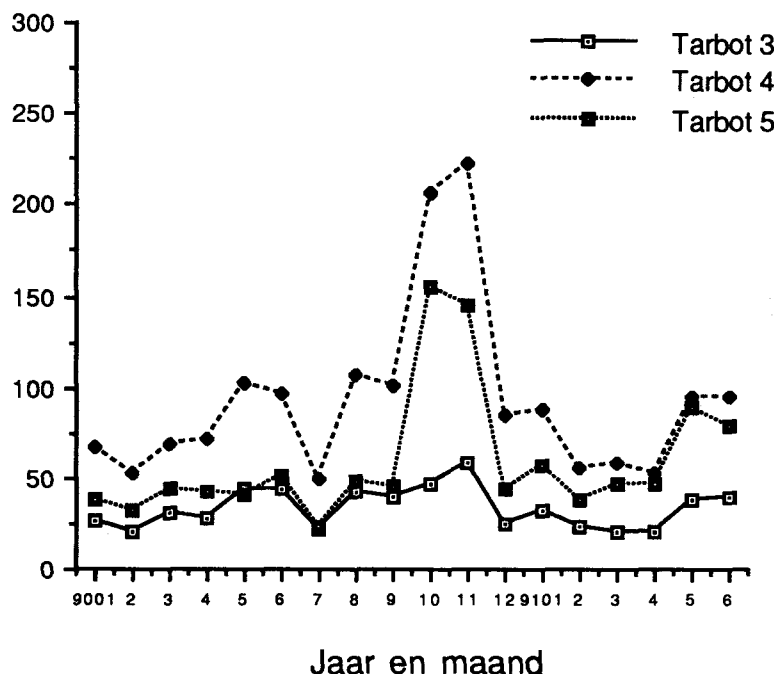
Grafiek 4.1 geeft een beeld van het aanvoerpatroon van de tarbot klassen 3, 4 en 5 in 1990 en 1991.

In 1991 valt er een verschuiving te constateren in de samenstelling van de tarbot aanvoer. Tarbot 5 werd in het eerste halfjaar aanzienlijk meer aangevoerd (44%) dan in de eerste helft

van 1990. De overige sorteringen werden minder aangevoerd met dalingen variërend van 3% (tarbot 4) tot 11% (tarbot 3).

Figuur 4.1 Aanvoer van tarbot 3, 4 en 5 in 1990 en 1991.

Maandelijkse aanvoer (ton)



#### 4.4 Prijsvorming

De gemiddelde prijs voor tarbot is op wat langere termijn bezien sterk gestegen. Over 1980 en 1981 bedroeg de gemiddelde afslagprijs fl 12,98 en in 1989 en 1990 gemiddeld fl 20,78; gecorrigeerd voor de inflatie in deze periode betekent dit een prijsstijging met 30%.

De prijs van tarbot daalt voor de kleinere marktsoorteringen. Tabel 4.2 laat de gemiddelde afslagprijzen zien in 1989 en 1990 voor de vijf klassen.

Tabel 4.2 Gemiddelde prijzen in 1989 en 1990 voor tarbot in guldens.

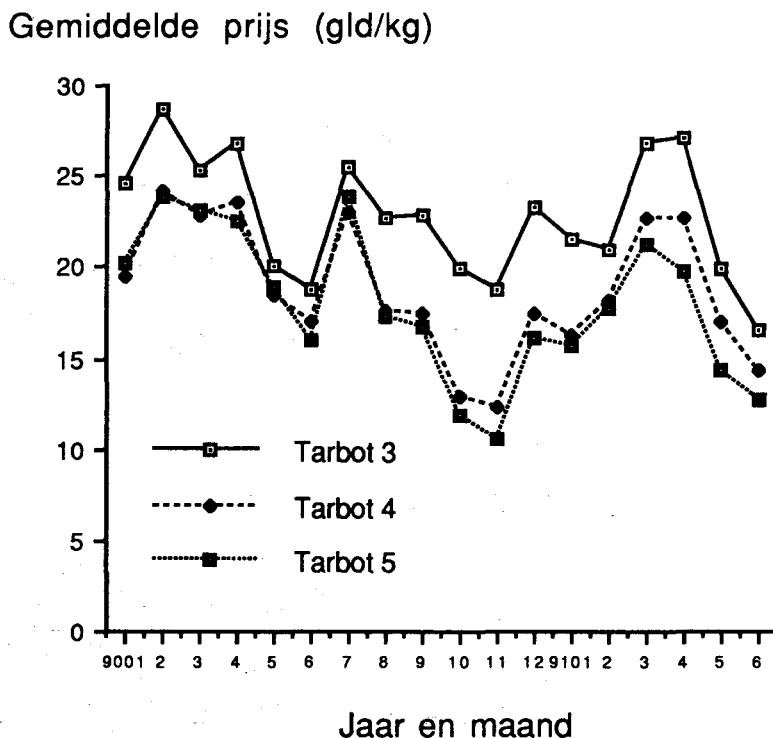
Klasse	1989	1990
1	28,57	29,58
2	25,97	25,70
3	21,92	22,15
4	18,20	17,08
5	18,07	15,95

Grafiek 4.2 geeft een beeld van het maandelijks prijsverloop in 1990 en 1991 voor de kleinere sorteringen. Deze prijschommelingen zijn binnen het jaar bijzonder sterk (tarbot 1 van fl 22,50 tot fl 39,- per kg) en de sorteringen 4 en 5 varieerden in 1990 globaal genomen van fl 11,- tot fl 24,- per kg.

Deze prijsfluctuaties hangen samen met het aanvoerverloop: De laagste prijs van de grote tarbot treedt op in mei/juni, wanneer er een piek in de aanvoer is en de topprijzen ontstaan in december en in het voorjaar wanneer relatief weinig wordt aangevoerd en de vraag groot is.

De lage prijzen voor de tarbot 4 en 5 ontstaan in oktober en november wanneer de aanvoer een sterke piek vertoont.

Figuur 4.2 De gemiddelde prijs van tarbot 3, 4 en 5 in 1990 en 1991.



Bijlage 5 geeft de uitkomsten van de berekening (regressieberekening) waarmee de samenhang tussen de maandelijkse aanvoer en de gemiddelde prijs per maand is gemeten. Er blijkt uit dat 60 tot 75% van de prijschommelingen kunnen worden verklaard uit schommelingen in de aanvoer.

Uit de analyse van de aanvoer en prijs per maand over de periode 1 januari 1990 tot 30 juni 1991 resulteert voorts een prijsflexibiliteit van rond -0,4. Dat wil zeggen dat bij een aanvoertoeename met 10% de prijs met 4% daalt.

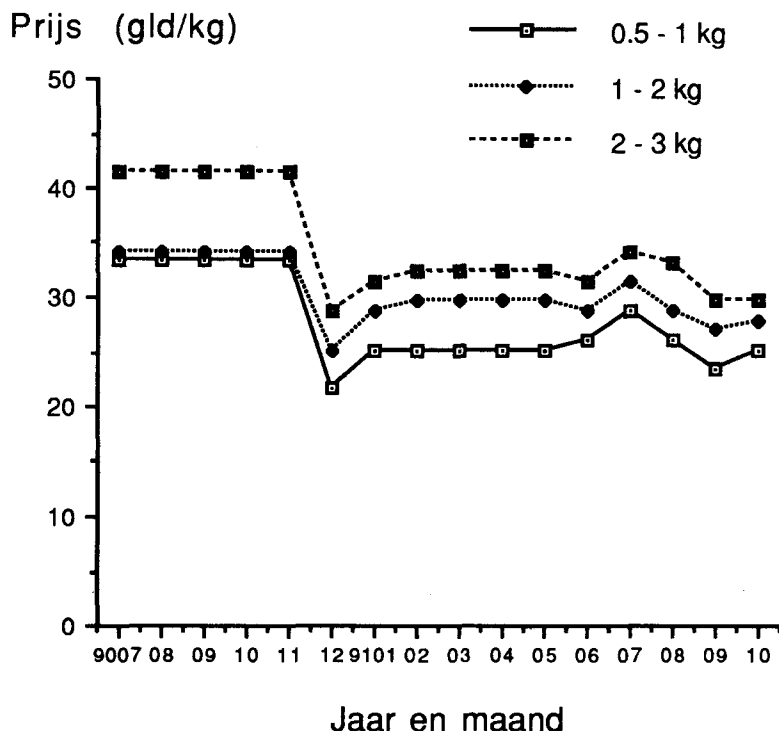
De waarde van deze prijsflexibiliteit is echter betrekkelijk. Op langere termijn kunnen de prijsreacties anders verlopen, bijvoorbeeld wanneer het totale aanbod van tarbot duurzaam wordt beïnvloed door de hoeveelheid kweektarbot.

Uit grafiek 4.3 blijkt dat de prijs voor de Spaanse kweektarbot op een hoog niveau lag in 1990 en 1991. Deze prijsgegevens zijn ontleend aan het informatiebulletin "Globefish". Er werd gemeld dat er een vaste prijs was afgesproken tussen kwekerijen en afnemers. Er zal echter niet steeds sprake zijn van een vaste prijs voor de kweektarbot in Spanje. Het komt voor dat men tarbot niet aflevert omdat de prijs laag is (Kamstra en Nijhof 1991).

Het verschil in prijsniveau met ingang van december 1990 vloeit voort uit een nieuwe prijsnotering in "Globefish".

Het hoge prijsniveau voor de Spaanse kweektarbot moet worden gezien tegen de achtergrond van het hoge prijsniveau voor vis in het algemeen in Spanje. Hierdoor is dit land voor de Nederlandse visgroothandel een in belang toenemend exportland.

Figuur 4.3 Prijzen van Spaanse gekweekte tarbot, af kwekerij (bron Globefish).



Het is op dit moment bijzonder moeilijk te bepalen welke prijs voor deze gekweekte tarbot zal kunnen worden verkregen. In dit verband kan niet verder worden gegaan dan het geven van een aantal factoren die op de prijs van invloed zouden kunnen zijn. In positieve zin zijn dit:

- afleveren van tarbot wanneer de prijs (vermoedelijk) hoog is;
- kweektarbot zou kunnen leiden tot een continu aanbod waarop de handel kan inspelen met intensivering van de promotion zodat de vraag wat zou kunnen toenemen;
- het leveren van niet kuitzieke kweektarbot in de tijd dat wilde kuitzieke tarbot wordt aangevoerd.

Hiertegenover staan enkele factoren die de prijs negatief zouden kunnen beïnvloeden dan wel positieve effecten ongedaan maken:

- een groter aanbod uit kwekerijen kan leiden tot prijsdalingen voor tarbot; op korte termijn kan daardoor de prijswinst in maanden van schaarste (deels) verloren gaan. Op langere termijn zouden de tarbotprijzen blijvend op een lager niveau kunnen komen, hoewel dit door de tweede genoemde factor wat beperkt zou kunnen worden;
- een afleveringsstrategie gericht op het behalen van een hoge prijs kan leiden tot vermindering van de produktiviteit als gevolg van onderbezetting en/of geringere groei van de grotere tarbot;
- slechte pigmentering kan de prijs sterk negatief beïnvloeden;

Deze plus- en minpunten bij de prijsvorming van kweektarbot geven aanleiding om voor het ramen van de rentabiliteit voor een 50-tons tarbot project (met groei scenario's uit tabel 2.2) uit te gaan van de gemiddelde prijs van wilde tarbot in de klassen 3 en 4 in 1989 en 1990. Daarbij is verondersteld dat evenveel tarbot 4 als 3 afgeleverd wordt (evenwichtige spreiding rond 2 kg) zodat kan worden uitgegaan van het rekenkundig gemiddelde van beide prijsniveau's. Over beide jaren kwam dit uit op fl 19,84.

Voorzichtigheidshalve (toenemend aanbod van tarbot) is deze prijs voor de rentabiliteitsberekening gesteld op fl 19,- per kg. bij een afleveringsgewicht van 2 kg.

Uit grafiek 4.2 blijkt dat de prijs van tarbot 3 duidelijk boven (20-30%) die van de soort 4 uitkomt. Het is daarom de vraag of 2 kg uit economisch oogpunt wel een optimaal gewicht is.

#### 4.5 Kwaliteitsaspecten

Gevangen tarbot vertoont in sommige gevallen negatieve kwaliteitskenmerken zoals een rode kleur (niet goed uitgebloed) of een bonte kleur als gevolg van een niet goede pigmentering. In dergelijke gevallen wordt een aanzienlijk lagere (bijvoorbeeld 5 gld/kg) prijs betaald aan de afslag door de inkopende handel.

Smaak is uiteraard ook een belangrijk kwaliteitskenmerk. De smaak van de grote tarbot wordt in handelskringen geprefereerd boven die van de kleine ("rijper", "voller").

In een onderzoek in Frankrijk (Jones, 1987) bleek dat gekweekte tarbot qua uiterlijk gelijk werd gewaardeerd als wilde tarbot, terwijl de smaak zelfs iets beter werd bevonden als die van wilde tarbot.

De grootte van de tarbot is van belang voor de verdere verwerking. Van tarbot 1, 2 en 3 kunnen goed moten worden gesneden; de kleine tarbot (5) wordt meer gefileerd. Tarbot 4 lijkt prijstechnisch gezien niet zo aantrekkelijk voor een kwekerij. Het grotere gewicht vertaalt zich nauwelijks in een hogere prijs (grafiek 4.2). Bij tarbot 3 is dit wel het geval (20% tot 30% hogere prijs dan tarbot 4 in 1989 en 1990).

Vanuit marktkundig oogpunt bezien is een tarbot van 2 kg. dan ook een minder geschikte maat. Kweken van kleinere tarbot van 1 à 1,5 kg. of grotere van 2,5 liefst 3 kg. verdient vanuit dit gezichtspunt de voorkeur.

Kweektarbot wordt tot nu toe in de handel apart onderscheiden. Deze tarbot speelt (nog) geen rol van betekenis in de Nederlandse vishandel. Bij enkele gesprekken met vertegenwoordigers uit de vis-groothandel bleek dat ervaring was opgedaan met Schotse kweektarbot. Daarbij werden enkele ongunstige kwaliteitskenmerken genoemd als slechte pigmentering (bonte tarbot) en een zwarte slijmlaag. Uit een waarneming op de ANUGA (Duitse beurs voor voedingsmiddelen) van Spaanse kweektarbot bleek ook sprake te zijn van een afwijkende pigmentering.

Gekonkludeerd kan worden dat voor een dure vis als tarbot die weinig bewerkingen ondergaat, een uitstekende kwaliteit essentieel is. Negatieve kwaliteitskenmerken springen onmiddellijk in het oog en leiden tot een aanmerkelijk lagere prijs.

In handelskringen heeft kweektarbot tot op heden de naam een slechte pigmentering te hebben. Aan dit aspect zal daarom extra aandacht gegeven moeten worden bij de aankoop van pootvis.

## 5. DE ECONOMISCHE HAALBAARHEID VAN TARBOTKWEK

Voorop wordt gesteld dat in dit verband de rentabiliteit van een 50 tons tarbot project wordt geraamd om de vraag te kunnen beantwoorden: is het verantwoord om het onderzoek naar het kweken van tarbot in een recirculatiesysteem voort te zetten met een pilot-installatie? Het starten van een commercieel tarbot project lijkt in dit stadium nog te riskant, gezien de vele onzekerheden en de hoge aanloop-investeringen.

De prijs voor het af te leveren kweekprodukt is, naast de produktiviteit van het systeem, het meest bepalend voor de economische resultaten.

In hoofdstuk 2 is ervan uitgegaan dat kweektarbot wordt geleverd met een gewicht van 2 kg. Omdat niet alle vis precies dit gewicht zal hebben, kan ervan worden uitgegaan dat tarbot 3 en 4 zal worden geleverd.

Wanneer het doorkweken tot zo'n 2,5 kg. biologisch en technisch mogelijk zou zijn, zou dit wellicht een betere rentabiliteit opleveren. Daarom is ook nog een variant doorgerekend met dit hogere gewicht. In dit geval is de prijs gesteld op fl 21,- per kg., enigszins lager dan de gemiddelde prijs voor tarbot 3 in 1989 en 1990.

De rentabiliteit voor een 50 tons project is in eerste instantie geraamd voor de drie groei scenario's in tabel 2.2. Het eindgewicht bedraagt steeds 2 kg. Een raming van de investeringen voor het project is weergegeven in tabel 5.1. De bedragen zijn ontleend aan bijlage 6.

Tabel 5.1 Raming van de investeringen voor een 50 tons tarbot project

Grond	500.000
Gebouw	550.000
Bassins, installaties e.d.	348.600
Pompen, apparatuur	230.000
Overige (m.n. bedrijfsauto)	30.000
<u>Onvoorzien (15%)</u>	<u>247.300</u>
Totaal	f 1.905.900

Tabel 5.2 geeft een raming van de jaarlijkse opbrengsten en kosten voor de drie groei scenario's. De veronderstellingen hierbij zijn

- het eindgewicht is 2 kg
- de opbrengstprij is 19 gld. per kg.
- de pootvis prijs bedraagt fl 4,50 per stuk; 15% van de pootvis gaat verloren door sterfte, verkeerde pigmentering of te langzame groei
- de voederconversie (droogvoer) bedraagt 1.4
- het energie verbruik is gebaseerd op de gegevens in bijlage 4
- in de algemene kosten is een bedrag van fl 20.600 begrepen voor slibverwijdering en zuiveringsheffingen (gebaseerd op de gegevens in tabel 3.7).

Uit tabel 5.2 blijkt dat de variant met de gemiddelde groeisnelheid bij de gemaakte veronderstellingen nog juist rendabel zou zijn. Een rendement van 11,5% per jaar is echter onvoldoende voor een dergelijk project met een aanloopfase van tenminste twee jaar. Alleen het groeiscenario SGR+ (produktie 63,75 ton) leidt tot een acceptabele rentabiliteit (22.6%).

De veronderstelde pootvis prijs van fl 4,50 per stuk leidt tot een hoog bedrag (14% van de totale kosten) voor pootvis. Bij een prijsdaling tot f 3,50 per stuk (pag.2) zou het netto-overschot uitkomen op fl 44.100 en de kostprijs zou dalen van fl 18,80 tot fl 18,15 per kg. Bij een opbrengstprij van fl 19,- per kg is er dan nog steeds een geringe marge voor het dekken van de aanloopkosten en de kweekrisico's.

Tabel 5.2 Rentabiliteit en kostprijs tarbot project

	SGR ± 50.0 ton	SGR - 44.8 ton	SGR + 63.8 ton
Opbrengst verkochte vis	950.000	851.200	1211.300
<b>KOSTEN</b>			
afleveringskosten	19.000	17.000	24.200
pootvis	132.400	118.600	168.800
voer	148.000	132.600	188.700
energie	82.600	82.600	82.600
zuurstof e.d.	24.400	23.400	27.100
onderhoud	25.100	25.100	25.100
algemene kosten	45.600	45.600	45.600
afschrijvingen	131.400	131.400	131.400
rente	151.100	148.500	159.100
arbeid eigenaar/manager	90.000	90.000	90.000
betaalde arbeid	45.000	45.000	60.000
onvoorzien	44.700	43.000	50.100
	-----	-----	-----
Totale kosten	939.300	902.800	1052.700
Netto-overschot	10.700	-51.600	158.500
% Rendement geïnvesteerd vermogen	11,50	6,90	22,60

Tabel 5.3 Economische kengetallen bij enkele varianten van tarbotkweek.

	Netto- overschot	kostprijs/kg	Interne rentevoet subsidie 35%	
			excl. (%)	incl.
	<i>Guldens</i>		<i>(%)</i>	
1) Aflev.gewicht 2 kg.				
a produktie 50 ton	10.700	18,80	5,5	7,6
b 44,8 ton	-51.600	20,15	3,1	5,2
c 63,8 ton	158.600	16,50	9,5	11,6
2) Aflev.gewicht 2.5 kg. produktie 50 ton	131.900	18,36	10,1	12,6
3) Aflev.gewicht 1 kg produktie 55 ton	-173.400	20,15	-3,7	-2,2
4) Aflev.gewicht 2 kg produktie 50 ton pootvisprijs fl 3,50	44.100	18,12	7	9,3

In par.5.1 werd gesteld dat een afleveringsgewicht van gemiddeld 2.5 kg prijstechnisch gezien aanzienlijk gunstiger zou zijn. Tabel 5.3 geeft de voornaamste uitkomsten bij deze variant. Voorts is nog onderzocht hoe de uitkomsten zouden zijn wanneer kleine tarbot van 1 kg. zou worden afgeleverd. De produktie is dan met 10% verhoogd, overeenkomstig het biologisch onderzoekresultaat bij deze kweekstrategie (pag. 8).

Tabel 5.3 geeft ook nog per variant de interne rentevoet, d.w.z. het percentage waarbij het saldo van de toekomstige kasstromen (ontvangsten en uitgaven, incl. investeringen) gelijk aan nul wordt. Het voordeel van deze berekening is dat ook de aanloopverliezen tot uitdrukking worden gebracht.

Enkele gemaakte veronderstellingen bij de uitkomsten in tabel 5.3:

- bij een afleveringsgewicht van 1 kg. is de opbrengstprijis fl 17,- per kg en bij 2,5 kg. 21 gld per kg.
- de voederconversie is wat lager bij de kleine tarbot (1,35) en wat hoger voor de grotere (1,45)
- bij het eindgewicht van 1 kg. is het verliespercentage voor de pootvis verlaagd van 15 naar 10%
- bij het berekenen van de interne rentevoet inclusief subsidie is verondersteld dat de EOGFL-subsidie (35% van het investeringsbedrag) in het derde jaar ontvangen wordt.

Uit deze ramingen van de rentabiliteit van een tarbot project resulteren de volgende konklusies:

- bij het afleveren van 2 kg. tarbot kan het tarbot project alleen een voldoende rentabiliteit opleveren wanneer het goede groeiscenario (produktie 63,75 ton) wordt gerealiseerd;
- een hoger afleveringsgewicht (2,5 kg) kan de rentabiliteit duidelijk verbeteren. De interne rentevoet zou 12,6% kunnen zijn bij het ontvangen van de EOGFL-subsidie;
- het kweken van kleine tarbot (1 kg) lijkt niet rendabel te kunnen worden, vooral als gevolg van de hoge pootviskosten;
- een te verwachten daling van de pootvisprijs zou de rentabiliteit beduidend kunnen verbeteren. Bij het goede groei scenario zou de interne rentevoet uitkomen op 13,5% bij het gemiddelde groei scenario op 9,3% en bij het afleveren van grotere (2,5 kg.) tarbot op 14,1% (steeds inclusief EOGFL-subsidie).

Opvallend is dat de hier berekende kostprijzen op een zelfde niveau liggen als die men uiteindelijk in Spanje denkt te bereiken (Kamstra en Nijhof, 1991). Dit is een belangrijk gegeven voor de concurrentie-verhoudingen in de toekomst.

## 6. CONCLUSIES

- Technisch-biologisch gezien is het afmesten van tarbot in een recirculatiesysteem mogelijk. Een aantal onzekere factoren zullen door verder onderzoek moeten worden opgehelderd:
  - . Hoge watertemperaturen in de zomer die voor tarbot mogelijk problemen op kunnen leveren.
  - . De groeisnelheid van vissen groter dan ca. 1 kg is moeilijk in te schatten. De economische resultaten zijn zeer gevoelig voor de groeisnelheid van de grotere vis.
  - . De mate waarin de investeringen kunnen worden beperkt door toepassing van nieuwe materialen en technieken.
- De economische resultaten van tarbotteelt zijn aanvaardbaar onder omstandigheden van hoge produktiviteit (het + scenario) gegeven de veronderstellingen die in dit rapport zijn gebruikt. Onzekerheid bestaat over de te verwachten prijzen voor gekweekte tarbot en de prijsontwikkelingen op lange termijn. De te verwachten kostprijs van tarbot gekweekt in Nederland ligt in dezelfde orde van grootte als die van tarbot gekweekt in Zuid-Europa.
- Onderzoek op grotere schaal in bijvoorbeeld een pilot-installatie kan bovengenoemde vragen ophelderen en lijkt een logische volgende stap. Onderzocht zal moeten worden hoe een dergelijke pilot-plant opgezet en gefinancierd zou kunnen worden.



## BIJLAGE 1. Literatuur

- Alderson, R. (1979). The effect of ammonia on the growth of juvenile dover sole, *Solea solea* (L.) and turbot, *Scophthalmus maximus* (L.). *Aquaculture* 17: 291-309.
- Daan, R. (1989). Factors controlling the summer development of copepod populations in the southern bight of the North Sea. *Netherlands Journal of Sea Research*, 23(3): 305-322.
- Danielssen, D.S. en T. Hjertness (1991). Effects of dietary protein levels in diets for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) to market size. Poster presented at the IVth Symposium on Fish Feeding and Nutrition, Biarritz, Frankrijk, juni 1991.
- Dijkema, R. en J.W. de Wilde (1979). Mogelijkheden van commerciële kweek van zeevis in Nederland - biologische, technische en economische aspecten. Studie uitgevoerd in opdracht van de Commissie Aquacultures van de Stichting van de Nederlandse Visserij.
- Haug, R.T. en P.L. McCarty (1972). Nitrification with submerged filters. *J. Water Pollut. Control Fed.*, 44: 206-210
- Jones, A. (1987). Fish for Europe's marine farms. *Fish Farming International*, 14: 18-21.
- Jones, A., Brown, J.A.G., Douglas, M.T. en S.J. Thompson (1980). Progress towards developing methods for the intensive farming of turbot (*Scophthalmus maximus*) in cooling water from a Nuclear Power Station. EIFAC Symposium on new developments in the utilization of heated effluents and of recirculation systems for intensive aquaculture, mei 1980.
- Kamstra, A., Hendriks, J.R. en H.E. Bakkernes (1989). Verkennende experimenten met de teelt van tarbot in een zeewaterrecirculatiesysteem. RIVO-rapport AQ 89-09.
- Kamstra, A. en Nijhof, M. (1991). Verslag van een studiereis naar tarbotkwekerijen in Spanje en Frankrijk. RIVO-rapport AQ 91-03.
- Nijhof, M. (1988). Broedproductie bij tarbot. *Aquacultuur*, 3(6):17-21.
- Nijhof, M. (1991). Effects of body weight on diet composition in turbot (*Scophthalmus maximus*) with special reference to body composition and feed intake. Poster presented at the IVth Symposium on Fish Feeding and Nutrition, Biarritz, Frankrijk, juni 1991.
- Nijhof, M. en J. Bovendeur (1990). Fixed film nitrification characteristics in sea water recirculating fish culture systems. *Aquaculture* 87: 133-143.
- Nijhof, M. en T. Bult, (1991). Metabolizable energy from dietary carbohydrates in turbot (*Scophthalmus maximus* L.). In prep.
- Poxton, M.G., Murray, K.R., Linfoot, B.T. en A.B.W. Pooley (1981). The design and performance of biological filters in an experimental mariculture facility. In: Proc. World Symp. on aquaculture in heated effluents and recirculation systems, ed. K. Tiews, Berlin, 1, 369-382.
- Scherrer, P. en Person-Le Ruyet J. (1983). Effets de la température sur la croissance du turbot (*Scophthalmus maximus*) entre 3 et 20 g. ICES paper C.M. 1983/F:22.
- Scherrer, P. (1984). Influence de la température et de la salinité sur la croissance et la consommation d'oxygène du juvénile de turbot (*Scophthalmus maximus* L.) (phase nurserie). Dissertatie, Université de Bretagne Occidentale.
- Smart, G.R., Knox, D., Harrison, J.G., Ralph, J.A. en R.H. Richards (1979). Nephrocalcinosis in rainbow trout; the effect of exposure to elevated CO<sub>2</sub> concentrations. *J. Fish Disease*, 2: 279-289.
- Wickins, J.F. (1980). Water quality requirements for intensive aquaculture: a review. EIFAC Symposium on new developments in the utilization of heated effluents and of recirculation systems for intensive aquaculture, Stavanger, mei 1980.

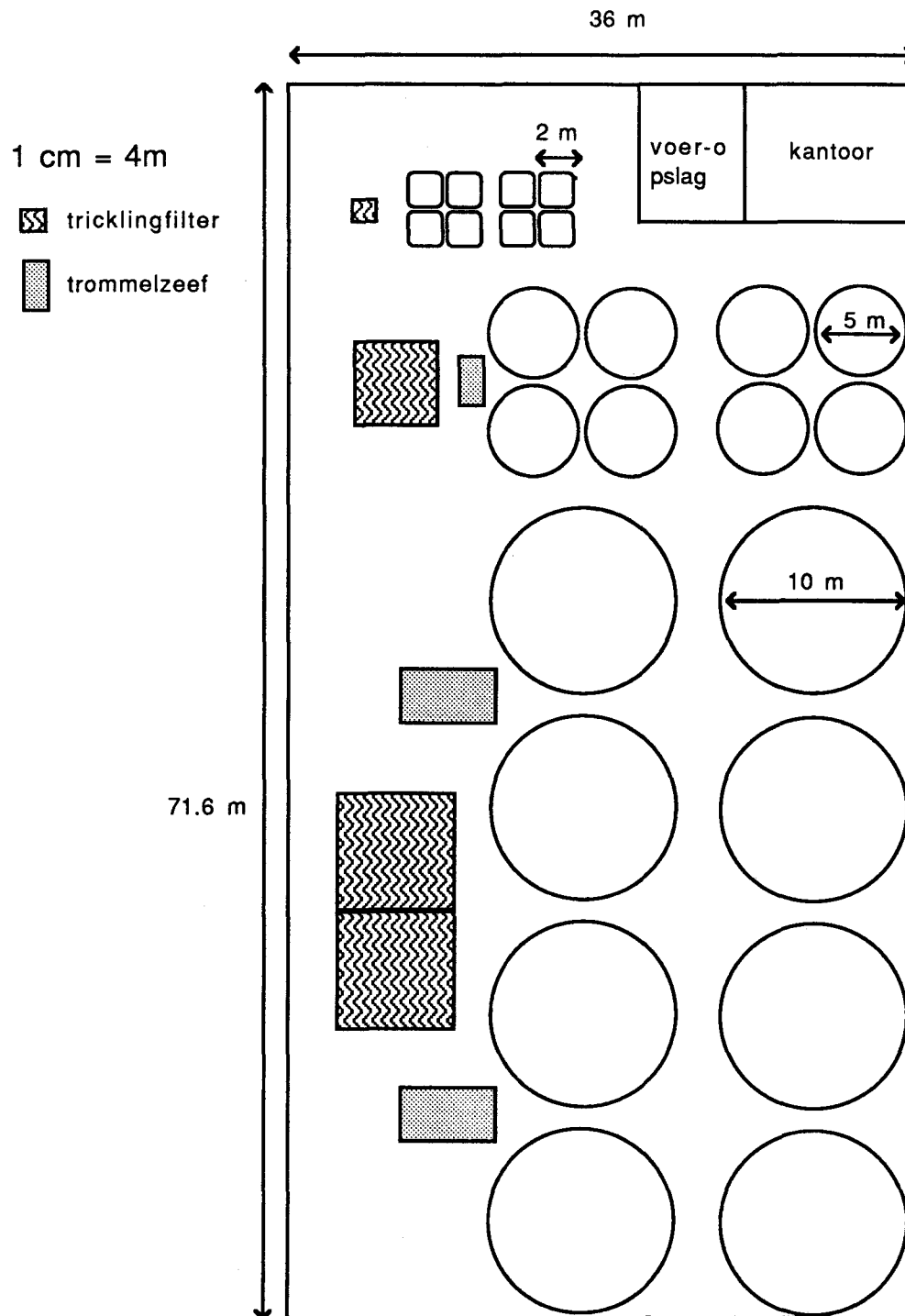








BIJLAGE 3. Plattegrond van een 50-tons tarbotkwekerij.

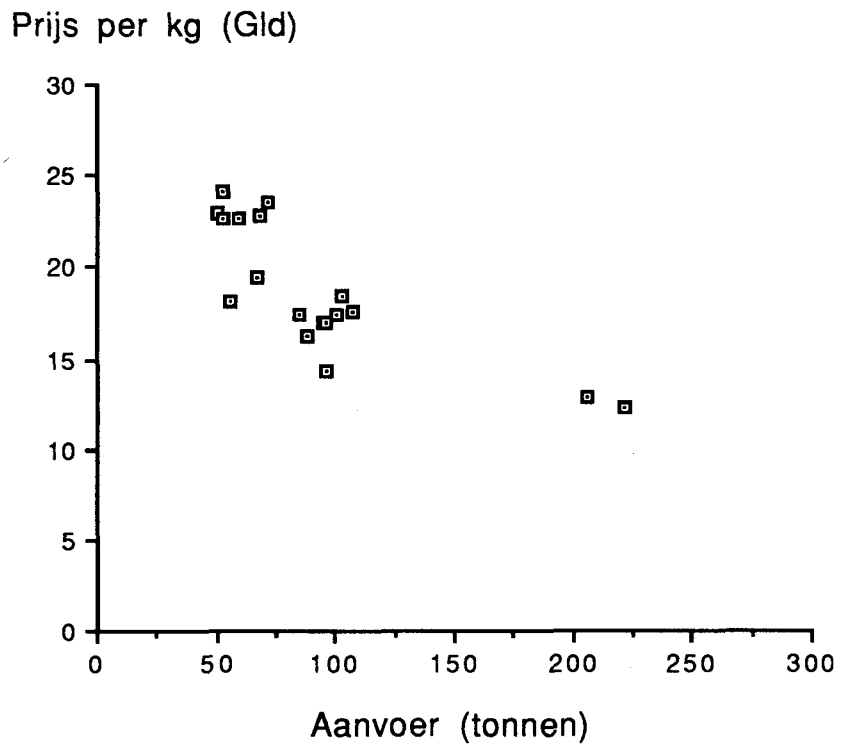




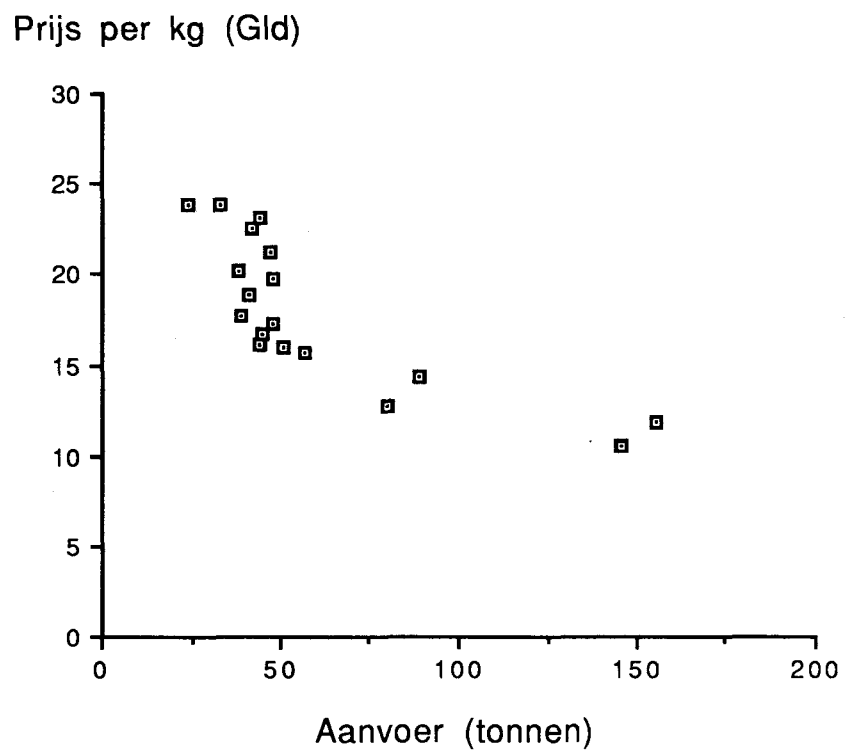
BIJLAGE 5. De samenhang tussen aanvoer en prijs van tarbot

De grafieken 1 en 2 geven de samenhang weer tussen de maandelijkse aanvoer en prijs van tarbot 4 en 5.

Figuur 1. De relatie tussen maandelijkse aanvoer en de prijs van tarbot 4.



Figuur 2. De relatie tussen maandelijkse aanvoer en de prijs van tarbot 5.





Voor de verschillende tarbot sorteringen zijn regressie berekeningen gemaakt m.b.t. de samenhang tussen de prijs en aanvoer per maand. De voornaamste uitkomsten hiervan zijn:

Tarbot 3

$$\log \text{ Prijs} = -0,36 \log \text{ Aanvoer} + 6,76 \quad R^2 = 0,60$$

T waarde: 4,8

Flexibiliteit = -0,36

Tarbot 4

$$\log \text{ Prijs} = -0,42 \log \text{ Aanvoer} + 6,80 \quad R^2 = 0,77$$

T waarde: 7,4

Flexibiliteit = -0,42

Tarbot 5

$$\log \text{ Prijs} = -0,44 \log \text{ Aanvoer} + 7,67 \quad R^2 = 0,79$$

T waarde: 7,7

Flexibiliteit = -0,44

Verklaring:

R<sup>2</sup> geeft weer welk percentage (in het eerste geval 60) van de prijsschommelingen wordt verklaard door aanvoer schommelingen.

T waarde: geeft de hoogte van de standaard fout weer ten opzichte van de gemiddelde waargenomen x coefficient (= flexibiliteit). Hoe hoger de T waarde hoe betrouwbaarder deze coefficient is.

Flexibiliteit: geeft weer in welke mate de prijs verandert bij een bepaalde verandering van de aangevoerde hoeveelheid. Een waarde van -0,36 wil in dit verband zeggen dat bij een aanvoer toename van 10% de prijs met 3,6% kan dalen.

BIJLAGE 6. De investeringsbegroting voor een 50 tons tarbotmesterij.

Item	aantal	prijs/eenheid	kosten	termijn afschrijving
Grond (m <sup>2</sup> )	5000	100	500000	
Gebouw (m <sup>2</sup> )	2500	200	500000	20
Aansluiting riool/ elektra/water			40000	20
Overige infrastructuur			10000	20
Bassins 2x2m	8	1500	12000	10
Bassins Ø 5m	8	3000	24000	10
Bassins Ø 10m	8	5700	45600	10
Leidingwerk			30000	10
Slibtank	1		10000	10
Voorraadbassin	1		5000	10
Pomp 5 m <sup>3</sup> /uur	3	2500	7500	5
Pomp 54 m <sup>3</sup> /uur	3	5000	15000	5
Pomp 205 m <sup>3</sup> /uur	3	15000	45000	5
Slibpomp	1		4000	5
Suppl.pomp 50 m <sup>3</sup> /uur	1		15000	5
Aanvoer-/afvoerleiding			10000	10
Noodbegassing			5000	5
Zuurstof-reaktor	4	div.	15000	10
Zuurstof meet- en regelapp.			10000	5
pH meet- en regelapp.	3	2000	6000	5
Verwarming			10000	10
Ventilatie			5000	10
Bionet (m <sup>3</sup> )	300	365	109500	20
Filtertoebehoren			15000	5
Drumfilter	3	20000	60000	5
UV-installatie	3	10000	30000	5
Bezinker	1		3000	10
Zandfilter-aanvoer			5000	10
Noodstroomaggregaat			10000	20
Alarminstallatie			3000	10
PC+Printer			5000	5
Kantoor/Inventaris			10000	10
Bedrijfsauto			30000	5
Weegapparatuur			10000	10
Meng- pelleteerapparatuur			15000	10
Vriezer/koeling			10000	10
Microscoop			2000	10
Zuurstof-meter (draagbaar)			2000	5
pH-meter (draagbaar)			1500	5
Flow-meter			2000	5
CO2-meter			2500	10
Gereedschap/res. onderdelen			2000	10
Emmers, bakken etc.			5000	5
Hogedrukspuit			2000	5
Onvoorzien	15%		<u>248790</u>	
<b>Totaal</b>			<b>1907390</b>	
Totaal/kg prod.cap. afschrijvingen per jaar			38.15 107385	