

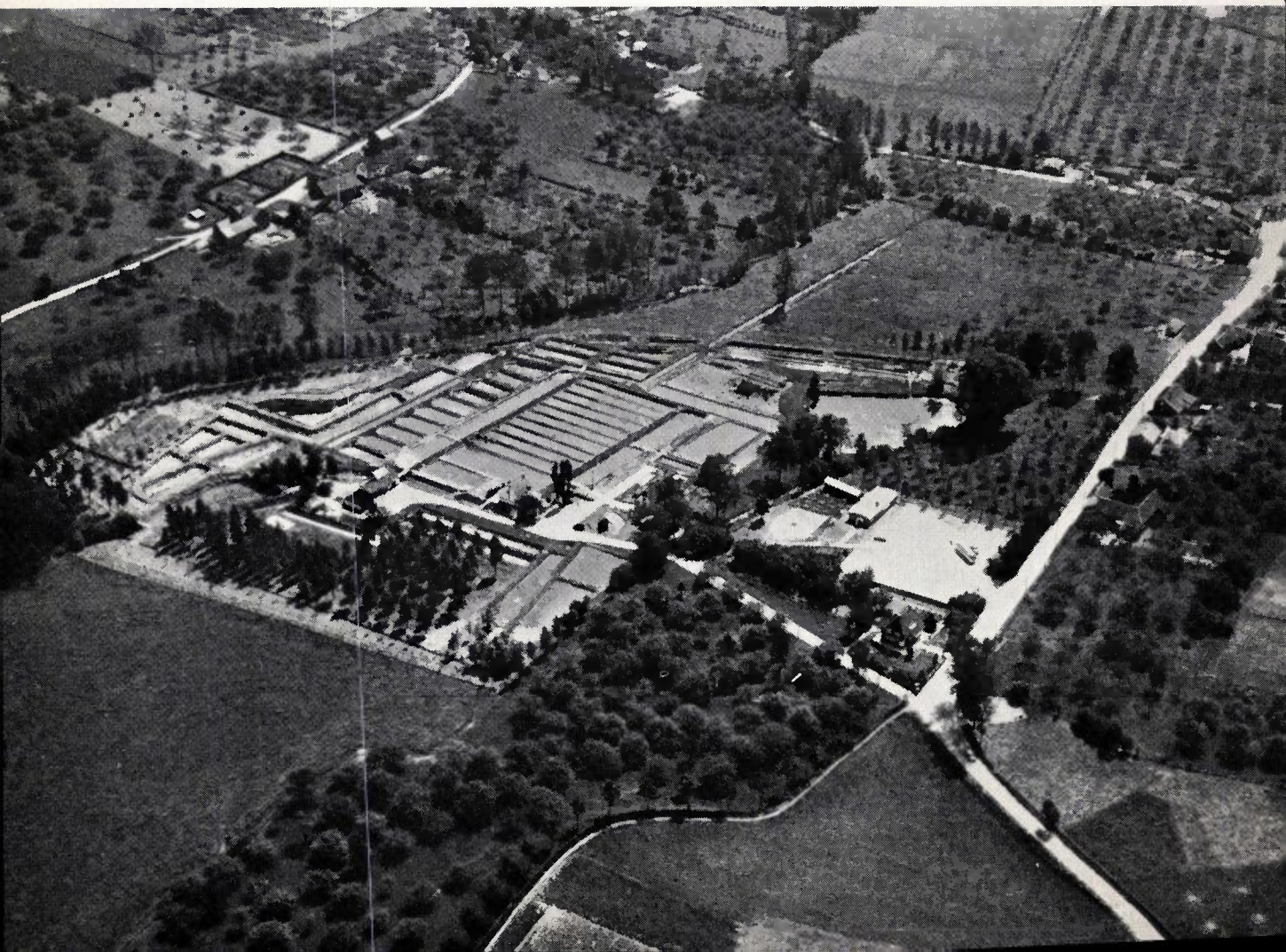
ERVARINGEN MET EEN ELEKTRISCH AANGEDREVEN KRINGLOOPSYSTEEM VOOR HET KWEKEN VAN FORELLEN

door ir. Ph. Jansen
Nederlandse Forellenkwekerijen N.V., Gulpen

1. Noodzaak van de wijziging van het huidige kweekstelsel

Ondanks de voortschrijdende aantasting van het milieu door verontreiniging van lucht en water, alsmede door de toenemende onttrekking van grondwater heeft men in Nederland nog steeds forellenkwekerijen (afbeelding 1). Dit is een bijzonderheid omdat een goede (c.q. economisch

Afb. 1. Kwekerij te Gulpen met een gemiddelde jaarlijkse produktie van ca. 1.000.000 stuks broed, 300.000 pootforellen en 100.000 consumptieforellen, thans bedreigd door een lozing op Belgisch grondgebied.



verantwoorde) bedrijfsvoering van een forellenkwekerij vraagt om aanvoer van een grote hoeveelheid water van goede kwaliteit.

Per geproduceerde kilogram forel is gemiddeld tweehonderd kubieke meter water nodig. Omdat het kweekproces continu is, dient de wateraanvoer constant te zijn. Dit betekent voor de Nederlandse klimatologische omstandigheden met afwisselend droge en natte jaren een noodzaak tot voorraadvorming van regenwater (in de bodem).

De Nederlandse kwekerijen worden dan ook gro-

tendeels gevoed met water uit voorraden, gevormd in krijtlagen (kwekerij te Gulpen) of zandpakketten (Veluwekwekerijen).

Verwacht wordt dat in het toekomstige Nederland geen plaats meer zal zijn voor forellenkwekerijen in hun huidige vorm, omdat praktisch alle edele grondwater nodig is voor de drinkwatervoorziening. De hieruit voortvloeiende schadeloosstelling dient, ter voorkoming van werkloosheid, wederom te worden geïnvesteerd in nieuwe kweeksystemen waarbij de schaars geworden grondstof „edel

TABEL 1. Resultaten van onderzoeken van het Geulwater in de molentak te Epen tijdens de proef met 40.000 forellen van 15 mei tot 15 september 1970.

DATUM	I bovenstrooms van de roosters II benedenstrooms van de roosters									
	4 april '70		9-10 mei '70		1 juni '70		21 juni '70		18-19 juli '70	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
NACHTMONSTERS:										
Tijd van de monsternamen	05.45	—	05.00	—	02.50	03.00	02.45	03.00	02.50	03.10
Temperatuur van het water in °C	5,0	—	12,0	—	—	—	15,0	15,0	14,5	14,5
Zuurstofgehalte in mg/l	10,0	—	9,0	—	9,0	8,0	8,0	7,0	9,5	8,0
Zuurstofverzadiging in %	80,8	—	86,3	—	—	—	82,0	71,7	96,3	81,0
Zuurgraad - Phenolrood	7,7	—	7,8	—	7,9	7,9	—	—	—	—
Bicarbonaation in mg/l	160	—	230	—	244	244	—	—	—	—
Vrij koolzuur in mg/l	5	—	4	—	2	2	—	—	—	—
DAGMONSTERS:										
Tijd van de monsternamen	—	—	12.40	—	17.10	17.15	11.55	12.00	10.45	10.55
Temperatuur van het water in °C	—	—	13,0	—	13,0	13,0	16,2	15,8	13,0	13,0
Zuurstofgehalte in mg/l	—	—	11,0	—	11,0	10,0	11,0	10,0	9,5	9,5
Zuurstofverzadiging in %	—	—	108,0	—	108,0	98,0	115,5	104,2	93,1	93,1
Zuurgraad - Phenolrood	—	—	8,4	—	8,2	8,2	8,0	7,9	7,9	7,9
Bicarbonaation in mg/l	—	—	207	—	232	232	256	268	213	224
Vrij koolzuur in mg/l	—	—	0	—	0	0	0	4	2	4
Totale hoeveelheid water in l/sec			800		650		650		758	
Hiervan door molentak in l/sec					150		250		243	

De tabel stelt de lezer in staat een indruk te krijgen van de waterkwaliteitsnormen voor het kweken van forellen. Zonder hierop verder in te gaan vestig ik de aandacht op de verschillen in resultaat van de dagen nachtmonsteringen. Bij de dagbemonstering zijn zuurstofgehalte en pH-waarde hoger en het vrij koolzuurgehalte lager. Dit wijst op een eutrofiëring of een - thans nog niet verontrustende - verontreiniging vanuit België.

water" wordt vervangen door een andere grondstof, namelijk energie.

De verontreiniging van het rivierwater van de Gulp bovenstrooms van de forellenkwekerij te Gulpen heeft de urgentie van onderzoek naar nieuwe systemen verhoogd.

In haar express-brief van 11 januari 1970 aan het Provinciaal Bestuur van Limburg schreef de directie van de Nederlandse Forellenkwekerijen N.V. o.a. het volgende:

„Bij ons schrijven van 9 juni 1968 hebben wij ons gewend tot het Bestuur van het Waterschap de Geul inzake de uitbreiding en de lozing van het afvalwater van de Coöperatieve Zuivelfabriek te Hombourgh (België), waarvan de zuiveringsinstallatie werd opgeheven.

Hieromtrent heeft het Bestuur van het Waterschap contact opgenomen met Uw College. Desondanks hebben wij in 1969 herhaaldelijk de indruk gekregen dat onze forellen te Gulpen af en toe meer in melk dan in water zwemmen. Wij hebben via het Hoofd van de Technische Dienst van voornoemd Waterschap monsters van het Gulpwater (dd. 18 juli 1969 en 27 september 1969) toegestuurd aan de Hoofdingeni-

Afb. 2. Molentak te Epen met 40.000 forellen. Bij het invallen van bladeren enz. komen de forellen — denkend dat zij worden gevoerd — spartelend aan het wateroppervlak.



eur-Directeur van de Provinciale Waterstaat te Maastricht, waarvan de uitslag kan worden omschreven als zeer sterk verontreinigd.

Door de verontreiniging van de Gulp is handhaving van een hygiënische toestand in de vijvers te Gulpen praktisch onmogelijk geworden, mede omdat de forellen, welke in de Gulp bovenstrooms van de kwekerij zijn uitgezet, zo afgezwakt en ziek zijn geworden, dat zij een voortdurend gevaar vormen voor de kwekerij in verband met besmetting van ziektekiemen en huidparasieten."

Het (internationale) vervuilingsprobleem van het riviertje de Gulp is nog steeds niet opgelost, zodat een gedeelte van de forellenproductie van Gulpen elders zal moeten plaats hebben. De enige rivier die voor voeding van een vijvercomplex in aanmerking komt is de Geul bovenstrooms van Mechelen. Dit is gebleken na onderzoeken van het Geulwater (tabel 1) en bevestigd in 1970 door het uitzetten van 40.000 forellen in een tijdelijk met roosters afgezette molentak te Epen (afbeelding 2). De realisatie van een vijvercomplex aan de Geul stuit op bezwaren van enkele provinciale overheidsdiensten, voornamelijk door de aantasting van het Limburgse parklandschap.

2. Beschrijving van het kringloopsysteem

Het kweekstelsel berust op regeneratie (voornamelijk aeratie) en circulatie met als uiterste een volledig gesloten kringloop zonder watersuppletie. Het systeem vraagt elektriciteit in plaats van water. Deze gedachte is niet nieuw. Bekend is o.a. een octrooi-aanvraag uit 1960 van D. O. Keely. Voortgezet onderzoek is o.a. verricht door Dr. G. Grünseid (Oostenrijk), Dr. Ch. Meske, K. M. Strempel en Th. Stähler (Duitsland).

Al deze onderzoekers hebben geconstateerd dat bij een elektrisch aangedreven kringloopsysteem een voortdurende handhaving van een voor de forel optimale watertemperatuur (nl. 15°C) mogelijk is met als bijzondere voordelen

a) een zeer snelle groei. De tijd nodig voor het bereiken van het consumptiegewicht kan tot een derde worden teruggebracht;

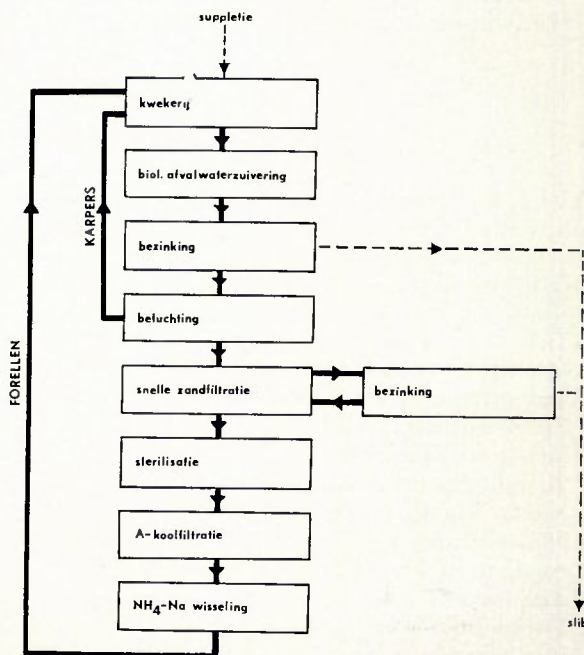
b) een geringer verliespercentage omdat de forel bij 15°C voldoende weerstand kan bieden tegen

de belangrijkste ziekten (virusziekten), hetgeen niet mogelijk is bij lagere watertemperaturen.

Het basisschema is voor alle kringlopen hetzelfde (zie afbeelding 3).

Behoudens bij de Afdeling Ziektekunde Bijzondere Dieren van de Rijksuniversiteit te Utrecht zijn de Nederlandse forellenkwekerijen onbekend op alle ministeries, hogescholen en wetenschappelijke instituten in Nederland. Dit komt omdat deze tak van landbouw in Nederland - in tegenstelling tot andere Europese landen - te klein is.

De Nederlandse forellenkwekers voeren dan ook een eigen strijd op de binnenlandse markt, die sterk wordt beïnvloed door de in Denemarken vastgestelde exportprijs en zij zien daarbij zelfs kans broed en pootvis (vanwege de goede kwaliteit) te exporteren. Dit houdt echter in dat iedere proef met forellen op grotere schaal zodanig dient te worden opgezet dat de opbrengsten de kosten

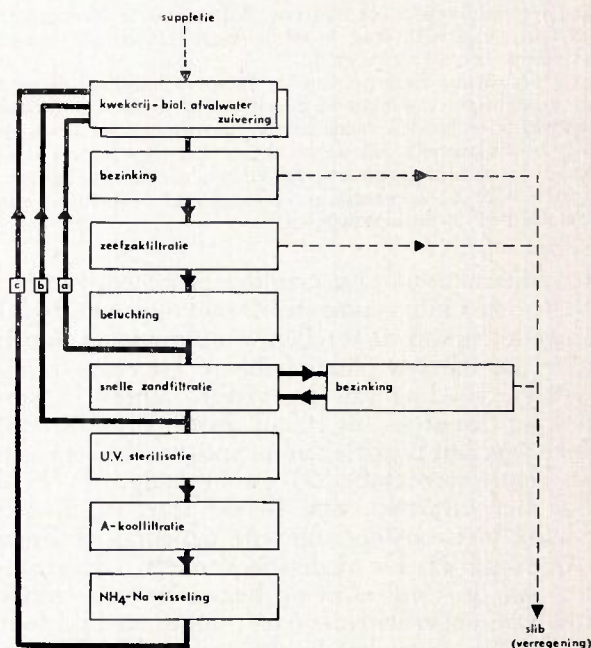


Afb. 3. Het basissysteem.

dekken. De belangrijkste vraag is dan ook „Wat is de kostprijs van een forel, gekweekt in een elektrisch aangedreven kringloopsysteem?” Het systeem, zoals dit in het klein met ca. 10 forellen is bestudeerd, is weergegeven in afbeelding 4.

Men onderscheidt hierbij de volgende kringlopen:
 kringloop a. Kwekerij (of kweekbak) en biologische afvalwaterzuivering - bezinking - zeefzakfiltratie - beluchting.
 kringloop b. Als a. plus snelle zandfiltratie.
 kringloop c. Als a. en b. plus U.V.-bestraling - actieve koolfiltratie - kationenuitwisseling.

De bediening van het systeem beperkt zich tot het dagelijks afhevelen van het slib uit de kweekbak en het terugspoelen van het zandfilter; het wekelijks aflaten van slib uit de bezinkbakken en het maandelijks regenereren van de kationwisselaar (met keukenzout).



Afb. 4. Schema van het toegepaste kringloopsysteem.

TABEL 2. Resultaten van onderzoeken van het kringloopwater (in de kweekbak) in de periode van 15 oktober 1970 t/m 2 januari 1971.

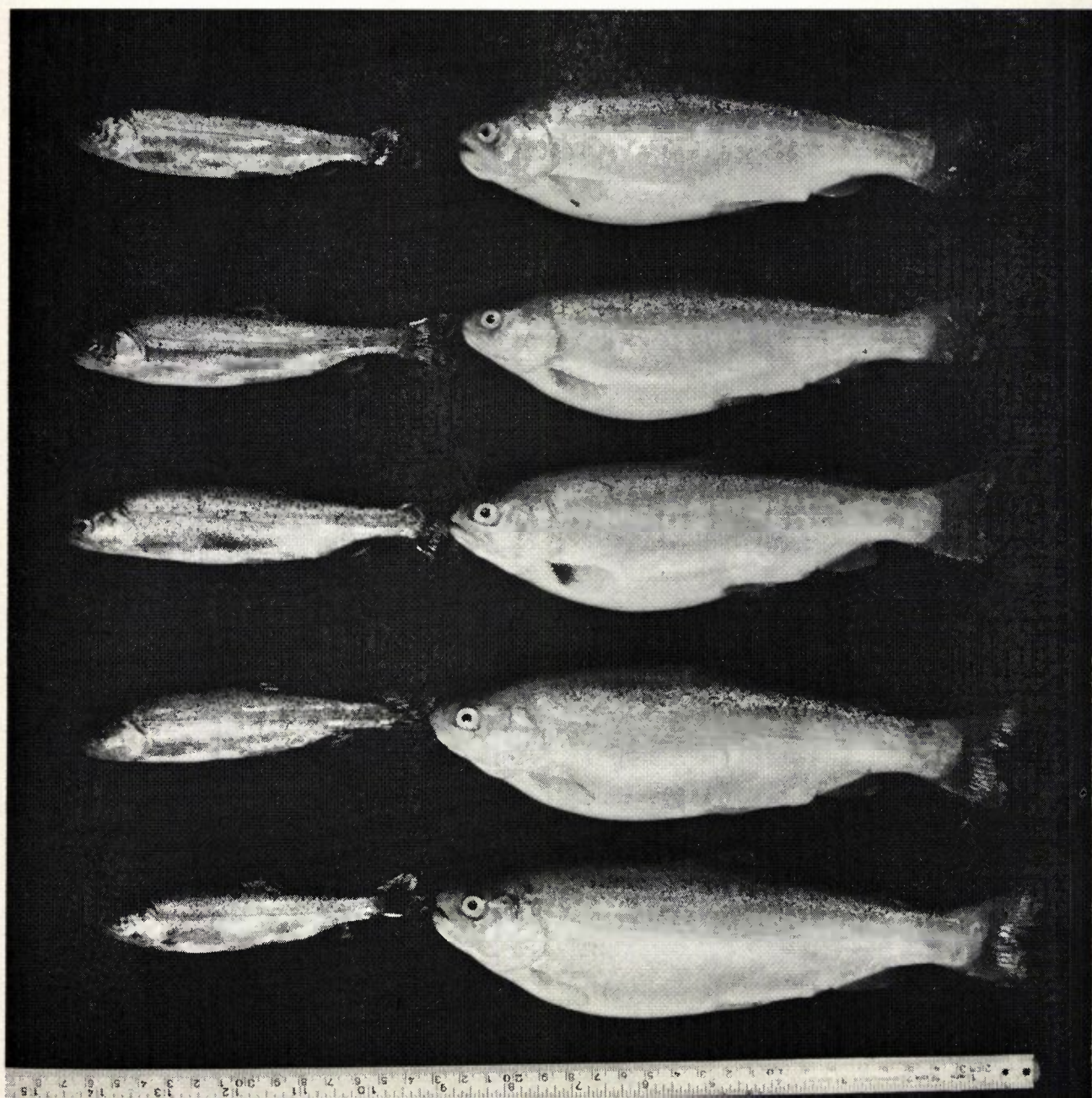
DATUM	25/10	1/11	8/11	22/11	29/11	6/12	13/12	21/12	1/1
1 Tijd van de monsternamen in uren	10.00	10.00	11.00	13.30	10.00	21.00	18.30	13.00	12.15
2 Doorstroming van de kweekbak in l/min			0,3	0,2	0,8	0,7	0,6	0,8	0,8
3 Temperatuur van het water in °C	15,0	15,0	15,0	15,0	14,5	14,2	15,0	15,0	14,0
4 Zuurstofgehalte in mg/l	7,0	7,0	8,0	5,5	7,0	6,5	7,0	8,0	9,0
5 Zuurstofverzadiging in %	71,7	71,7	82,0	56,8	70,9	65,4	71,7	82,0	90,2
6 Zuurgraad in pH-eenheden	7,7	7,6	7,5	7,3	7,3	7,0	6,9	6,7	6,3
7 Nitraat-N in mg/l	2	2,5	—	7	—	—	—	25	—
8 Nitriet-N in mg/l	0,0	0,0	—	1,6	—	—	0,3	0,3	—
9 Ammonium-N in mg/l	0,0	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	1,6	0,7	0,5
10 Ammoniak-N in mg/l	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11 Vrij koolzuur in mg/l	1	2	2	8	5	5	5	4	8
12 Bicarbonaat in mg/l	60	60	60	55	30	0	10	0	0
13 Geleidbaarheid in % t.o.v. leidingwater	130	130	—	—	—	150	130	200	200

Afb. 5. Resultaten op 2 januari 1971 (begingewicht op 15 oktober 1970: 20 gram).

LINKS: na twee en een halve maand verblijf op de *kwekerij*.

RECHTS: na twee en een halve maand verblijf in het *kringloopsysteem*.

Foto: F. Lahaye, Maastricht.



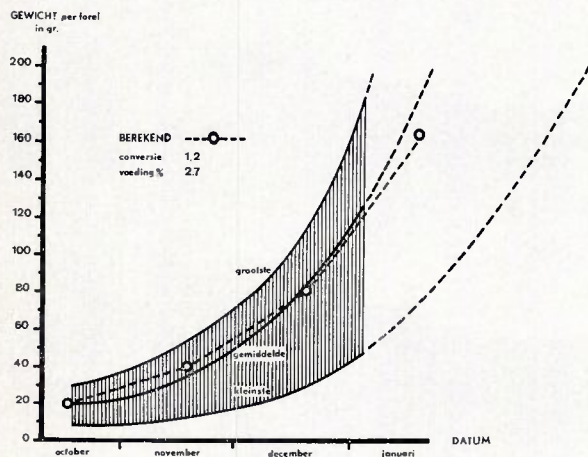
In de kweekbak treedt een lichte aktiefslib-vorming op welke met behulp van de kringloop a. kan worden geregeld.

De resultaten van het onderzoek van het water in de forellenbak zijn vermeld in tabel 2.

De cijfers tonen aan:

- een daling van de zuurgraad
- een verhoging van het nitraatgehalte
- een verlaging van het bicarbonaat of zuurbindend vermogen tot praktisch nul
- een verhoging van de geleidbaarheid van het water.

Op grond van deze resultaten kan worden vastgesteld dat handhaving van een voor de forel gunstig milieu gedurende twee en een halve maand in een volledig gesloten kringloop mogelijk is.



Afb. 6. Forellengroei in het kringloopsysteem.

Deze uitspraak wordt bevestigd door de groei van de forellen (afbeelding 5 en 6). De voornaamste gegevens met betrekking tot de forellengroei zijn:

aantal forellen op 15-10-1970 : 11
aantal forellen op 2- 1-1971 : 8 (verliezen in
beginperiode:
tot. gewicht
 $3 \times 30 = 90$ gr.)
totaal gewicht op 15-10-1970 : 220 gram
totaal gewicht op 2- 1-1971 : 1050 gram

voedsel : 1078 gram
gewichtstoename forellen : 830 gram
voedselconversie : 1,2 %

Gedurende de twee en een halve maand verblijf in het kringloopsysteem is het gemiddeld gewicht per forel (van 20 gram) toegenomen tot 130 gram. Het gemiddeld gewicht van overeenkomstige forellen (van 20 gram) kwam in voornoemde periode in de kwekerij te Gulpen niet hoger dan 40 gram.

De verliezen in de beginperiode worden toegeschreven aan de minder gunstige milieuomstandigheden tijdens voorafgaande onderzoeken.

De gemaakte onkosten, berekend per consumptieforel, bedragen f 5,57. Bij betere dimensionering van de onderdelen in een groter systeem kunnen deze kosten worden teruggebracht tot f 0,66.

De voornaamste reductie betreft de elektriciteit. Deze kan van f 4,95 per forel worden teruggebracht tot f 0,18 door:

- gebruik te maken van in het systeem passende pompen, lopende in het optimum van de rendementskromme;
- vergroting van de bestralingsefficiëntie;
- de beluchting aan te passen aan het zuurstofverbruik van de forellen;
- de verwarming te beperken tot de ruimteverwarming (geen oververwarming met een temperatuurregeling d.m.v. koeling).

Besluit

Gelukkig zijn er in Nederland nog gezonde forellenkweekbedrijven, die gebruik maken van helder bron- en beekwater.

Men zal trachten deze bedrijven zo lang mogelijk te behouden in de huidige toestand. Er kan echter een ogenblik komen waarop, door de verstedelijking van Nederland, ook hier de sprengen opdrogen en de beken op een voor de forellenkweker onaanvaardbaar niveau worden verontreinigd.

De forellenkwekerijen dienen dan te worden vervangen door fabrieken met elektrisch aangedreven kringloopsystemen.

Literatuur:

Water 54 (1970) (4-9), (11 en 12).