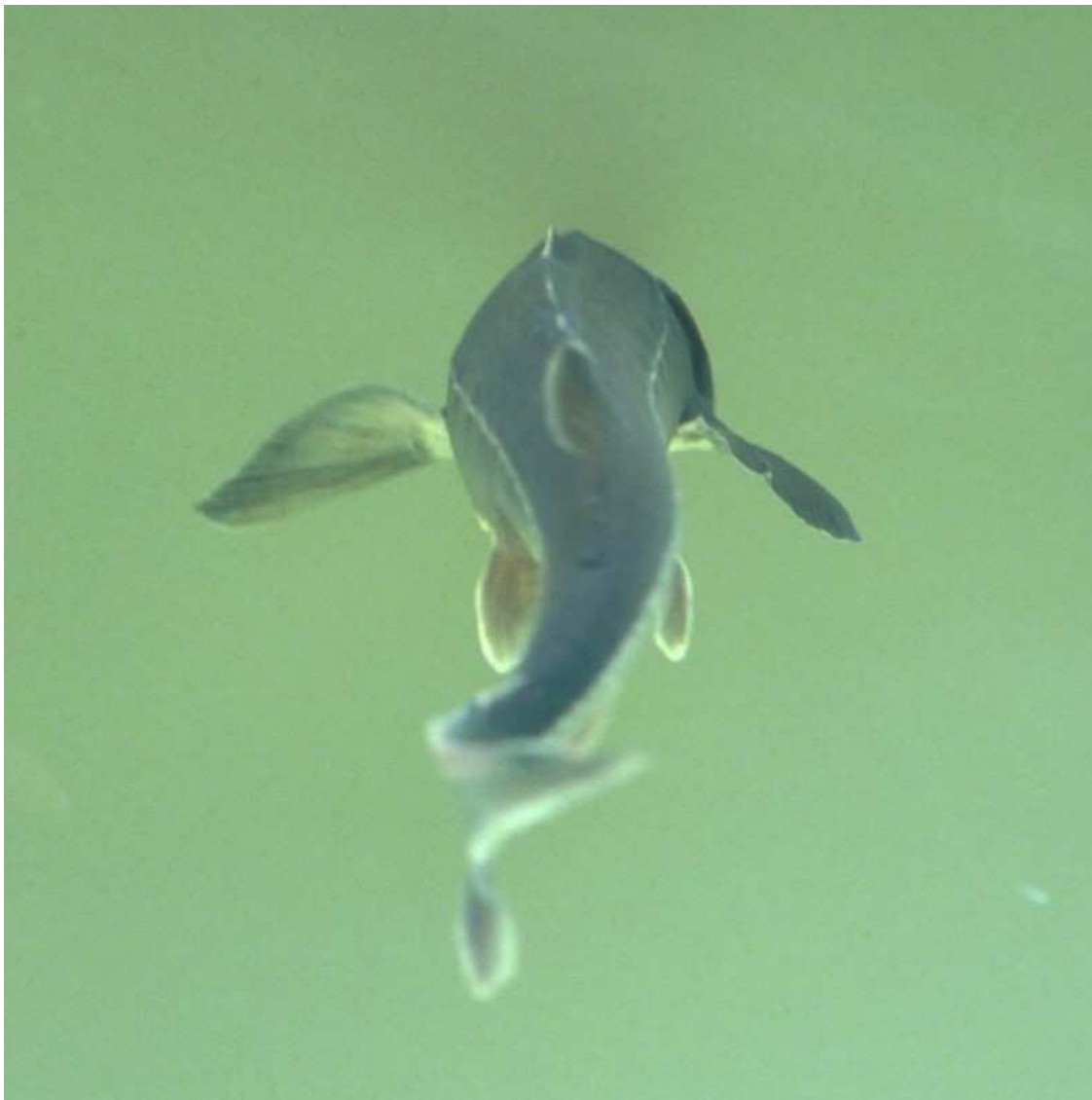


Kennisdocument Atlantische steur

Acipenser sturio (Linnaeus, 1758)



Foto's voorblad:

Verschillende foto's van steuren: Sportvisserij Nederland
(waarschijnlijk geen *A. sturio*)

Verspreidingkaartje: naar Holčík (1989)

**Kennisdocument Atlantische steur
Acipenser sturio (Linnaeus, 1758)**

Kennisdocument 02

**door
W.A.M. van Emmerik**

december 2004



Leijenseweg 115
Postbus 162
3720 AD Bilthoven
Telefoonnr.: 030-6058400
Faxnr.: 030-6039874

Statuspagina

Titel	Kennisdocument Atlantische steur <i>Acipenser sturio</i> (Linnaeus, 1758)
Organisatie	OVB, vanaf 1-1-2006 overgegaan in Sportvisserij Nederland Postbus 162 3720 AD BILTHOVEN
Telefoon	030-605 84 00
Telefax	030-603 98 74
E-mail	info@sportvisserij nederland.nl
Homepage	www.sportvisserij nederland.nl
Auteur(s)	W.A.M. van Emmerik
Emailadres	emmerik@sportvisserij nederland.nl
Aantal pagina's	90
Trefwoorden	Atlantische steur, biologie, habitat, ecologie
Projectnummer	Kennisdocument 02
Datum	december 2004

Bibliografische referentie:

van Emmerik, W.A.M., 2004. Kennisdocument Atlantische steur *Acipenser sturio* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 02. OVB / Sportvisserij Nederland, Bilthoven

© Sportvisserij Nederland, Bilthoven

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de copyright-houder en de opdrachtgever.

Sportvisserij Nederland is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede schade welke voortvloeit uit toepassing van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Sportvisserij Nederland.

Samenvatting

In dit kennisdocument is een overzicht gegeven van de kennis van de Atlantische steur, *Acipenser sturio*. Deze kennis betreft informatie over de systematiek, herkenning en determinatie, geografische verspreiding, de leefwijze, het voedsel, de voortplanting en de verschillende ontwikkelingsstadia, migratie, specifieke habitat- en milieueisen, bedreigingen en beheer. Deze kennis kan bijdragen aan het streven naar behoud en herstel van deze internationaal bedreigde vissoort.

De Atlantische steur behoort tot één van de oudste nog levende groepen van vissoorten: de Acipenseriformes (steurachtigen). Steuren zijn vooral bekend om de kaviaar; de met zout behandelde onbevuchte eitjes van het vrouwtje.

Het oorspronkelijke verspreidingsgebied van de Atlantische steur besloeg bijna heel Europa en West-Azië. Nu zijn er waarschijnlijk nog maar twee restpopulaties over: de Girondepopulatie en de Rionipopulatie.

Acipenser sturio is een anadrome vissoort: de vis brengt het grootste deel van zijn leven door in zee, maar voor de voortplanting trekt hij de rivier op. De jongen leven de eerste jaren op de rivier en het estuarium en trekken na enkele jaren weer naar zee. De soort heeft een lange levensduur, de leeftijd kan oplopen tot 40-50 jaar en geslachtsrijpheid treedt pas op na ca. 10-14 jaar. De vissen zijn dan 100 tot 180 cm lang. De maximale lengte ligt rond de 3,5 m.

Steuren zoeken met hun onderstandige bek op de bodem naar voedsel en eten allerlei ongewervelde dieren en soms ook kleine vissen.

De Atlantische steur is in de meeste Europese rivieren tussen de 18e en 20e eeuw ernstig achteruitgegaan of zelfs verdwenen. De belangrijkste oorzaken daarvoor zijn: de grote visserijdruk, het toenemend aantal migratiebarrières op de rivieren, vernietiging van paai- en opgroeihabitat en watervervuiling. Huidige vangsten op de rivieren en de Noordzee betreffen meestal exotische soorten, waarschijnlijk losgelaten exemplaren uit vijvers of aquaria.

Voor herstel en behoud van de Atlantische steur is het o.a. belangrijk dat er voldoende paai- en opgroeihabitat aanwezig is, migratie van zee naar de paaigronden mogelijk is en omgekeerd, er voldoende geleidelijke zoet-zout overgangen zijn en dat de waterkwaliteit voldoet. Het risico op sterfte door vangst moet voldoende klein zijn. Er is brede voorlichting nodig.

Aanvullend onderzoek naar de migratiemogelijkheden, habitatonderzoek, genetisch onderzoek en kweektechnieken is nodig.

Om de Atlantische steur voor de Rijn te behouden / herstellen is op korte termijn nationale en internationale samenwerking benodigd. Met deze partners moet een herstelprogramma worden opgesteld en uitgevoerd.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	13
1.1	Aanleiding	13
1.2	Beleidsstatus	13
1.3	Afkadering	14
1.4	Werkwijze.....	14
2	Systematiek en uiterlijke kenmerken	15
2.1	Systematiek.....	15
2.2	Uiterlijke kenmerken.....	16
2.3	Herkenning en determinatie van steuren	18
2.3.2	Genetische analyse ten behoeve van determinatie ...	20
3	Ecologische kennis.....	21
3.1	Leefwijze	21
3.2	Verspreiding	21
3.2.1	De oorspronkelijke verspreiding van Atlantische steur	21
3.2.2	Verspreiding van een andere steursoort in West-Europa	22
3.2.3	Huidige verspreiding van de Atlantische steur	22
3.3	Migratie 25	
3.3.1	Paaimigratie.....	25
3.3.2	Migratieafstand.....	26
3.3.3	Sint-Jans trek.....	26
3.4	Voortplanting	27
3.4.1	Paaigedrag en bevruchting.....	27
3.4.2	Sex-ratio bij de voortplanting	27
3.4.3	Paaigronden.....	27
3.4.4	Gonaden.....	28
3.4.5	Fecunditeit.....	28
3.4.6	Duur van reproductieve levensfase	28
3.4.7	Paai-interval	28
3.4.8	Voortplanting bij nauw verwante steursoort A. oxyrinchus	28
3.5	Ontogenese	29
3.5.2	Ei-stadium	29
3.5.3	Embryonale en larvale stadium.....	30
3.5.4	Juveniele en subadulte stadium	31
3.5.5	Adulte stadium	33
3.5.6	Levensduur	34
3.6	Groei, lengte en gewicht.....	34
3.6.1	Lengtegroei.....	34
3.6.2	Gewicht	36
3.6.3	Lengte-gewichtverhouding	36
3.7	Voedsel 36	
3.8	Genetische aspecten	37
3.8.1	Geografische populaties.....	37
3.8.2	Chromosoomaantal	37

3.8.3	Hybridisatie	38
3.9	Populatiebiologie	38
3.9.1	Minimum populatiegrootte	38
3.9.2	Populatieopbouw	38
3.10	Parasieten / ziekten	39
4	Menselijke consumptie en gebruik	41
4.1	Kaviaar	41
4.2	Andere steurproducten.....	42
5	Habitat- en milieueisen	43
5.1	Watertemperatuur	43
5.2	Zuurstofgehalte.....	43
5.3	Zuurgraad	44
5.4	Doorzicht en licht	44
5.5	Saliniteit.....	44
5.6	Stroomsnelheid / debiet	45
5.7	Getij	45
5.8	Waterdiepte.....	45
5.9	Bodensubstraat	46
5.10	Vegetatie.....	47
5.11	Waterkwaliteit.....	47
5.12	Ruimtelijke eisen	47
5.13	Migratie	48
6	Achteruitgang en bedreigingen.....	49
6.1	Oorzaken van achteruitgang en bedreigingen.....	49
6.1.1	Visserij	49
6.1.2	Migratiebarrières	50
6.1.3	Vernietiging paai- en opgroeihabitat.....	50
6.1.4	Waterverontreiniging	51
6.1.5	Exoten	51
6.1.6	Aquacultuur	52
6.2	Kennisleemtes en overige bedreigingen.....	53
6.3	De achteruitgang en oorzaken in verschillende gebieden	53
6.3.1	Nederland.....	53
6.3.2	Duitsland (en Polen)	56
6.3.3	Frankrijk.....	56
6.3.4	Zwarte Zee	57
6.3.5	Ladogameer/Rusland	57
6.3.6	Spanje/Portugal	57
6.3.7	Griekse wateren.	58
6.4	Bedreiging andere steursoorten.....	58
7	Beheer, herstel en behoud.....	59
7.1	Typen beschermende maatregelen	59
7.1.1	Regelgeving	59
7.1.2	Aquacultuur	60
7.1.3	Herstel habitats.....	61
7.1.4	Aanleg/verbeteren vispassages, slechten migratiebarrières	61
7.2	Bestaande programma's.....	62

7.2.1	Initiatieven in Frankrijk	62
7.2.2	Initiatieven in Duitsland.....	64
7.2.3	Initiatieven in overige landen	65
7.2.4	Herstelprogramma's met <i>Acipenser oxyrinchus</i>	65
7.3	Is de Rijn geschikt voor terugkeer van de Atlantische steur? .	66
7.3.1	Voorwaarden voor herstel van de soort	66
7.3.2	Conclusies	74
7.3.3	Vervolgacties en aanbevelingen voor herstel van de steur in de Rijn.....	74
	Verklarende woordenlijst.....	75
	Verwerkte literatuur	76
	Bijlagen	85

1 Inleiding

NB. Waar in dit document gesproken wordt over de Atlantische steur, wordt *Acipenser sturio* (Linnaeus, 1758) bedoeld. In de literatuur wordt *Acipenser oxyrinchus* (Mitchill, 1815) namelijk ook wel als Atlantische steur aangeduid.

1.1 Aanleiding

Dit rapport maakt deel uit van een reeks van kennisdocumenten over een groot aantal Nederlandse vissoorten (welke de basis vormen voor nieuwe / vernieuwde Habitat Geschiktheids Modellen).

De Atlantische steur, *Acipenser sturio*, is een soort die internationaal ernstig met uitsterven bedreigd wordt. Om aandacht te vragen voor de soort (publieksinformatie, bewustwording) en de bedreigingen is de Atlantische steur door de OVB gekozen als vis van het jaar 2004.

In dit kader wordt door de OVB een drietal projecten uitgevoerd. Ten eerste wordt de aanwezige (ecologische) kennis van de soort verzameld.

Het resultaat is het voorliggende kennisdocument. Hierin is ook een hoofdstuk over beheer, behoud en herstel en een paragraaf over de mogelijkheden voor de terugkeer van de steur in de Rijn opgenomen. Ten tweede het project "Genetische analyse van Atlantische steur". In Nederland worden in de grote rivieren en kustwateren af en toe steuren gevangen als bijvangst van de beroepsvisserij. Om te kunnen vaststellen of het hierbij (in een aantal gevallen) gaat om de Atlantische steur (of de Atlantische steur nog voorkomt in Nederland) zal van een aantal exemplaren identificatie met behulp van genetische analyse worden uitgevoerd.

Ten derde het project "Migratie van de Atlantische steur". In een aantal van de in bovengenoemde project gevangen steuren wordt een transponder geïmplanteerd, waarmee deze steuren kunnen worden gevolgd. Hiermee wordt gekeken naar overleving en migratie van de steur in de Nederlandse rivieren en de passeerbaarheid van vispassages en andere barrières door de soort.

Door deze projecten wil de OVB een bijdrage leveren aan het onderzoek aan de Atlantische steur en een mogelijk herstel van de soort.

Tevens is de Atlantische steur een van de doelsoorten in het Rijkswaterstaat project De Kier / Ander beheer Haringvlietsluizen, één van de stappen in het optrekbaar maken van Rijn en Maas en estuariumherstel (De Leeuw & Backx, 2000). Het belang van het openen van de Haringvlietsluizen voor de Atlantische steur zal in dit rapport aan de orde komen.

1.2 Beleidsstatus

De Atlantische steur is een bedreigde en beschermde vissoort in Nederland en Europa. In Nederland is *Acipenser sturio* op grond van

artikel 4 van de Flora- en Faunawet aangewezen als beschermde inheemse soort. Dit betekent dat bezit, handel, in- en uitvoer niet is toegestaan, ongeacht of exemplaren uit het wild afkomstig zijn dan wel gekweekt. Dit geldt ook voor delen of producten afkomstig van deze soort. Er wordt op grond van de Flora- en Faunawet een zeer terughoudend ontheffingenbeleid gevoerd.

De Nederlandse Rode Lijst Vissoorten (De Nie & Van Ommering, 1998) kenmerkt de soort als "verdwenen", d.w.z. een soort die in het stroomgebied van Maas en Rijn zijn levenscyclus meer niet op eigen kracht kan voltooien.

Op de IUCN (the World Conservation Union) lijst is *A. sturio* opgenomen als "Critically Endangered", een soort met een extreem groot risico op uitsterving in de nabije toekomst.

Op Europees niveau heeft de Atlantische steur een beschermde status gekregen in de Habitatrichtlijn. Omdat de soort in Nederland als uitgestorven wordt beschouwd worden daar geen speciale beschermingszones aangewezen.

Sinds 1998 is de internationale handel in alle Acipenseriformes, 25 soorten steuren en 2 lepelsteuren gereguleerd door de Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). Deze overeenkomst is ondertekend door ruim 140 landen.

Acipenser sturio is opgenomen in bijlage 1 van CITES: In- en uitvoer voor commerciële doeleinden van levende en dode exemplaren en delen en/of producten hiervan is niet toegestaan. Uitzondering vormt de individuele reiziger, die als persoonlijk bezit kaviaar in- of uitvoert; deze heeft geen CITES-document nodig wanneer het gaat om maximaal 250 gram.

De wettelijke regelingen voor deze soort hebben tot doel om het uitsterven van de soort te voorkomen en een duurzaam voortbestaan te waarborgen.

1.3 Afkadering

Binnen de hierboven aangegeven context is vooral de ecologische en taxonomische kennis van de Atlantische steur relevant. Morfologische, anatomische en fysiologische informatie komt beperkt aan de orde. Daarnaast wordt aandacht geschonken aan de visserij op steur, de achteruitgang en de bedreigingen van de soort en de mogelijkheden voor herstel.

1.4 Werkwijze

De onderstaande kennis is gebaseerd op literatuuronderzoek. De ecologische informatie van het rapport: De Atlantische steur. Terugkeer in de Rijn van Van Winden *et al.*, 2000 is als uitgangspunt gebruikt en aangevuld met recente en ontbrekende publicaties.

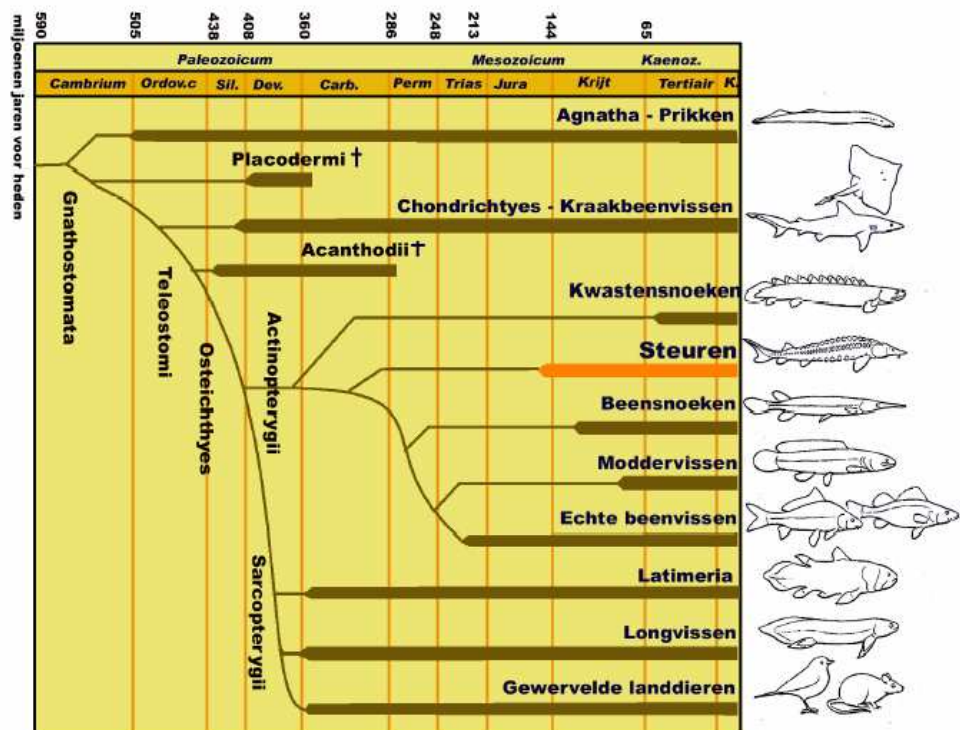
De ASFA (Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts) files zijn doorzocht met trefwoorden evenals de OVB bibliotheek. Daarnaast is algemene literatuur en grijze literatuur (rapporten en verslagen) betrokken bij het onderzoek. Tevens is gebruik gemaakt van informatie op Internet.)

2 Systematiek en uiterlijke kenmerken

2.1 Systematiek

De familie van de steuren (Acipenseridae) vormt samen met de familie van de lepelsteuren (Polyodontidae) de Orde van de Acipenseriformes (steurachtigen). Dit is één van de oudste nog levende groepen van vissoorten. De steurachtigen splitsten zich in het Trias (ruim 200 miljoen jaar geleden) af van de Palaeonisciformes, een groep die verder uitgestorven is. Er wordt daarom ook wel van "levende fossielen" gesproken.

De steurachtigen vallen onder superorde van de Chondrostei, welke worden gekarakteriseerd door een skelet dat weinig verbeend is en een heterocerkale staartvin (d.w.z. met ongelijke lobben, de bovenste lob is groter dan de onderste, de wervelkolom loopt door in de bovenste vin). De Chondrostei vallen onder de onderklasse van de Actinopterygii, de straalvinnigen, welke weer een van de groepen in de Klasse van de Osteichthyes (de beenvissen in ruime zin) is. De Osteichthyes vallen onder de superklasse van de Gnathostomata (kaakbekkigen) (Berg, 1948; Magnin, 1962; Trouvery *et al.*, 1984; Holčík, 1989).



Figuur 2.1 Vereenvoudigd schema van de evolutionaire stamboom van de gewervelde dieren en de plaats van de steuren daarin (naar: Gerstmeier & Romig, 1998).

Binnen de familie van de steuren onderscheiden zich 2 subfamilies: de Acipenserinae en Scaphirhynchinae. De subfamilie Acipenserinae bestaat uit twee genera: *Acipenser* en *Huso*. Binnen de subfamilie Scaphirhynchinae zijn er ook 2 genera, nl. *Pseudoscaphirhynchus* en *Scaphirhynchus* (Trouvery *et al.*, 1984, Holčík, 1989). Volgens Bemis *et al.* (1997) die de afstamming binnen de hele orde van Acipenseriformes tegen het licht hebben gehouden behoort het genus *Huso* tot een aparte subfamilie en horen de overige genera samen tot een andere subfamilie. Over hoeveel soorten er binnen het genus *Acipenser* precies bestaan en met welke wetenschappelijke namen bestaat nog steeds discussie (Birnstein & Bemis 1997). Oorzaken hiervan zijn dat veel soorten overlap hebben in hun verspreidingsgebied, er gemakkelijk hybridisatie optreedt en de soorten moeilijk van elkaar te onderscheiden zijn (er is soms binnen de soort, bijvoorbeeld tussen exemplaren van verschillende leeftijden, een grotere spreiding in uiterlijke kenmerken dan tussen de soorten, zie bijv. Figuur 2.3).

Een aantal soorten, waaronder *Acipenser sturio* en *A. oxyrinchus*, kunnen alleen met genetische analyse onderscheiden worden (Artyukhin & Vecsei, 1999; CITES, 2001).

Meestal wordt uitgegaan van 17-18 soorten binnen het genus *Acipenser*, 2 *Huso* soorten, 2-3 *Scaphirhynchus* soorten en 3 *Pseudoscaphirhynchus*-soorten (Magnin, 1962; Trouvery *et al.*, 1984; Van Winden *et al.*, 2000; CITES, 2001)(zie Bijlage I).

Een tijd lang werd gedacht dat *A. oxyrinchus* dezelfde soort was als *A. sturio* of een ondersoort ervan (Artyukhin & Vecsei, 1999). Door moleculaire analyse is echter aangetoond dat het daadwerkelijk om twee verschillende soorten gaat (Birnstein & Doukakis, 2000).

Binnen de Noord-Amerikaanse soort *Acipenser oxyrinchus* zijn er wel twee ondersoorten, nl. *A. oxyrinchus oxyrinchus* en *A. oxyrinchus desotoi*. *A. oxyrinchus oxyrinchus* heeft een meer noordelijke verspreiding dan *A. oxyrinchus desotoi*. Beide ondersoorten vertonen ook verschillen in ecologie en life history (o.a. Smith & Clugston, 1997). Waar in dit rapport wordt gesproken over *A. oxyrinchus* wordt steeds *A. oxyrinchus oxyrinchus* bedoeld, tenzij anders vermeld.

2.2 Uiterlijke kenmerken

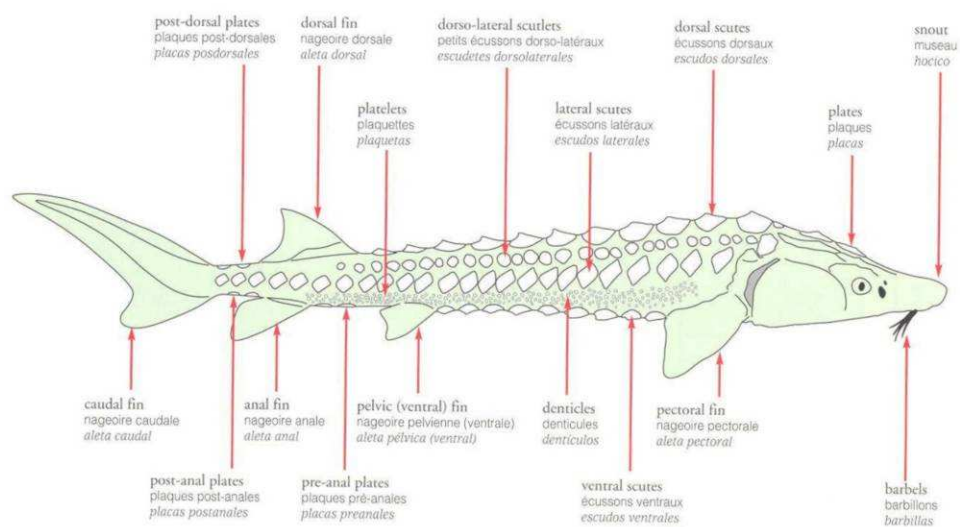
De familie van de steuren onderscheidt zich van de meeste andere vissen door de aanwezigheid van 5 rijen met uitwendige beenplaten (schubben ontbreken) en het bezit van een snuit met een onderstandige, uitstulpbare bek. Steuren hebben net als haaien een heterocerkale, asymmetrische staart, waarbij de wervelkolom in de bovenste en grootste staartlob doorloopt. De schedel is ook bedekt met een groot aantal beenplaten. Aan de onderkant van de snuit, vóór de bek, hebben steuren 4 baarddraden (Holčík, 1989)(zie Figuur 2.2).

De soorten van de subfamilie Acipenserinae bezitten een spiraculum, een ademhalingsopening tussen het oog en de eerste kieuwspleet, op de kop (in tegenstelling tot de Scaphirhynchinae).

De soorten van het geslacht *Acipenser* hebben afgeronde monddraden en een rechte (of horizontale) bek die naar beneden toe uitgestulpt kan worden (in tegenstelling tot de soorten van het geslacht *Huso* die afgeplatte bekdraden en een sikkelvormige bek hebben die schuin naar voren toe uitstulpt).

A. sturio heeft bovendien een brede puntige snuit, gladde monddraden, een onderbroken onderlip en een stekel op de eerste vinstraal van de borstvin.

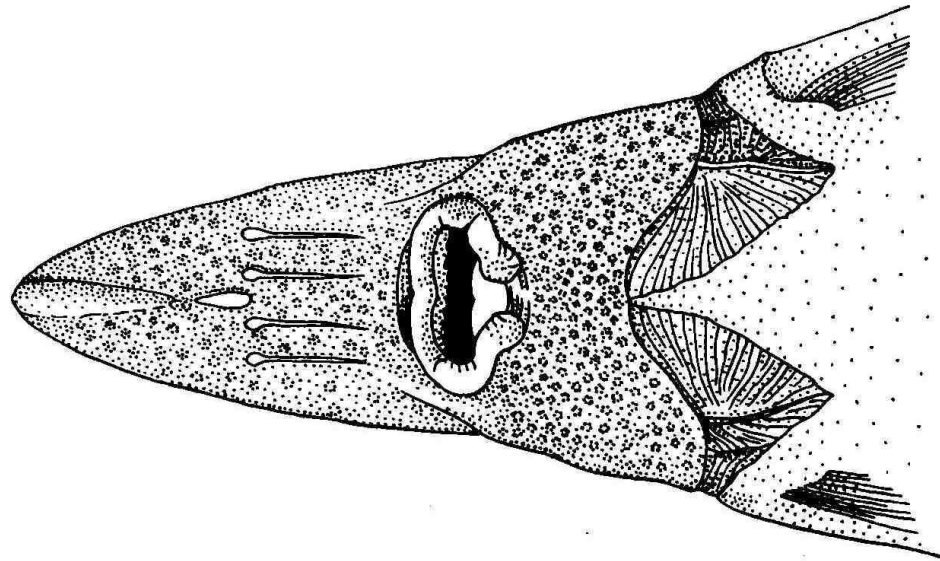
Voor een meer uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar Holčík (1989) en Van Winden *et al.* (2000).



Figuur 2.2 Morfologische karakteristieken van de steur (CITES, 2001)

Geslachtsverschillen

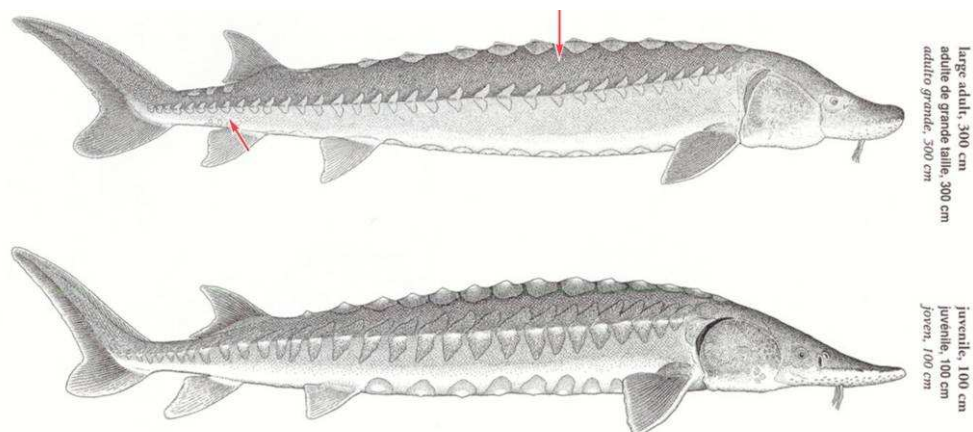
Het buikprofiel van volwassen dieren zou bij mannetjes concaaf (hol) en bij de vrouwtjes convex (bol) zijn (Roule, 1925). De mannetjes van *A. sturio* blijven over het algemeen kleiner en lichter dan de vrouwtjes (Holčík *et al.*, 1989). In het veld blijken de geslachten vaak niet of moeilijk uit elkaar te houden (Williot *et al.*, 1997).



Figuur 2.3 Kop van *Acipenser sturio*, ventraal aanzicht (dier uit de Donau, grootte onbekend). Uit: Antipa (1909 in Holčík, 1989).

2.3 Herkenning en determinatie van steuren

Kenmerken waarin steuren verschillen zijn (o.a.) de kleur, de maximale lengte, de vorm van de bek, de vorm van de snuit en de lengte van de snuit ten opzichte van de hele kop, het uiterlijk van de baarddraden, het aantal en de vorm en de vorm van de kieuwboogaanhangsels, de aanwezigheid van een stekel op de borstvin, het aantal onvertakte vinstralen en het aantal en de kleur van de beenplaten op de rug, zijkant en buik. Het determineren van *A. sturio* en de andere steursoorten is echter niet eenvoudig omdat er veel variatie in de eigenschappen is binnen de soorten en weinig verschillen tussen de soorten. En dan treden er binnen een individu met het ouder worden ook nog veranderingen op (Williot *et al.*, 1991) (zie Figuur 2.3).



Figuur 2.4 Afbeelding van een grote adulte (300 cm; boven) en een juveniele Atlantische steur (100 cm; onder) (CITES, 2001).

Van Winden *et al.* (2000) hebben aan de hand van literatuurgegevens een tabel opgesteld waarin een aantal kenmerken zijn weergegeven waarin *A. sturio* zich onderscheidt van 4 andere steursoorten (de sterlet (*A. ruthenus*), de Siberische steur (*A. baerii*), de Russische steur (*A. gueldenstaedtii*) en de witsnuitsteur (*A. stellatus*). In de identificatiegids van het CITES (2001) wordt een kenmerkentabel van alle steuren gegeven plus een uitgebreide determinatiesleutel van de steuren en lepelsteuren.

Table summarizing the characteristics of each species

Species/Espèces/Especies	DF	AF	DS	LS	VS	GR	poD	poA	prA	AL	ML
<i>Acipenser baerii</i>	30-56	17-33	10-20	32-62	7-16	20-49	0	0	1-3	80-140	200
<i>Acipenser brevirostrum</i>	30-42	19-22	7-13	21-35	6-11	22-29	1-3	1-2	2-3	60-90	130
<i>Acipenser dabryanus</i>	44-66	25-41	8-14	26-54	8-15	32-55	1-2		1-2	80-110	130+
<i>Acipenser fulvescens</i>	35-45	25-30	9-17	29-42	7-12	25-40	1-2	1-2	1-2	100-180	250
<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	27-51	16-35	5-19	21-50	6-14	15-36	0-2	1-2	1-3	100-150	200
<i>Acipenser medirostris</i>	33-42	22-29	7-11	20-36	6-10	18-20	1-2	1-2	2-3	100-200	
<i>Acipenser mikadoi</i>	36-40	25-29	8-10	26-36	6-8	18-20	1-2	1-2	2-3	130-180	200
<i>Acipenser naccarii</i>	36-48	24-31	9-21	29-46	8-13	30-35	3-9	1-9	1-3	100-180	200+
<i>Acipenser nudiventris</i>	39-57	17-37	11-26	33-74	11-17	24-45	0	0	0-3	120-170	200+
<i>Acipenser oxyrinchus</i>	38-46	23-30	7-16	24-35	6-14	15-27	3-9	3-9	2-6	130-220	300
<i>Acipenser persicus</i>	27-51	16-35	7-19	23-50	7-13	15-31	0-2	1-2	1-2	130-200	
<i>Acipenser ruthenus</i>	32-49	16-34	11-18	56-71	10-20	11-27	0	0	1-4	30-60	100
<i>Acipenser schrenckii</i>	38-53	20-32	11-17	32-47	7-9	36-45	6-8	6-8	3-6	100-150	300
<i>Acipenser sinensis</i>	49-59	29-39	9-17	14-37	8-15	14-28	1-2	1-2	1-2	200-330	600
<i>Acipenser stellatus</i>	40-54	22-35	9-16	26-43	9-14	24-29	0	0	1-5	128-150	220
<i>Acipenser sturio</i>	30-50	22-33	9-16	24-40	8-15	15-29	3-9	3-5	2-6	130-220	300+
<i>Acipenser transmontanus</i>	42-52	25-31	11-14	36-48	9-12	34-36	0	0	6-9	140-250	550
<i>Huso dauricus</i>	43-57	26-35	10-16	32-46	7-13	16-23	1-3	1-3	2-6	180-230	450
<i>Huso huso</i>	48-81	22-41	9-17	28-60	7-14	17-36	0	0	0-3	185-250	500
<i>Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi</i>	30-34	19-20	15-22	37-46	6-11	8-10	4-5	1-4	4-5	20-27	
<i>Pseudoscaphirhynchus hermanni</i>	28-31	17-20	9-13	30-39	6-10	9-11	4-5	1-3	4-5	20-30	
<i>Pseudoscaphirhynchus kaufmanni</i>	29-34	16-23	10-15	28-40	5-11	15-17	4-6	1-4	4-6	30-80	
<i>Scaphirhynchus albus</i>	37-42	24-28	14-18	40-48	9-13		8-9	7-8	4-5	60-170	200
<i>Scaphirhynchus platyrhynchus</i>	29-36	18-24	13-19	38-50	9-14		8-9	8-9	4-6	60-85	100
<i>Scaphirhynchus suttkusi</i>	29-34	18-22	15-21	40-49	11-14		7-9	7-8	4-6		80

Abbreviations

- DF dorsal fin rays
- AF anal fin rays
- DS dorsal scutes
- LS lateral scutes
- VS ventral scutes
- GR gill rakers
- poD plates between dorsal and caudal fins
- poA plates between anal and caudal fins
- prA plates between anus and anal fin
- AL average length (cm)
- ML maximum length (cm)

Figuur 2.5 Samenvatting van de karakteristieken van de verschillende steursoorten (CITES, 2001).

Het is onwaarschijnlijk dat exemplaren aan de waterkant (juist) tot op de soort kunnen worden gedetermineerd. Om de steur tot op de soort te

determineren is ervaring en deskundigheid nodig: er moet een groot aantal uiterlijke eigenschappen worden bekeken en zelfs dan kunnen er nog onduidelijkheden blijven. Bovendien kan de Atlantische steur hybridiseren met andere steursoorten en daardoor intermediaire kenmerken vertonen.

2.3.2 Genetische analyse ten behoeve van determinatie

Genetische analyse kan tegenwoordig hulp bieden bij determinatie. De soorten *A. sturio* en *A. oxyrinchus* kunnen zelfs alleen met behulp van genetische analyse worden onderscheiden (CITES 2001)(zie paragraaf 2.3.2).

Ook is het mogelijk de kaviaar van een aantal steursoorten uit te elkaar houden met behulp van moleculaire DNA-technieken (DeSalle & Birnstein 1996 in Birnstein *et al.*, 1997, Ludwig *et al.*, 2000).

Er zijn meerdere methoden van genetisch analyse mogelijk. De diverse methoden en de voor- en nadelen zijn beschreven door Hallerman (2003). Om *A. oxyrinchus* te onderscheiden van *A. sturio* bij de genetische analyse, wordt de sequentie van een gedeelte van het mitochondrieel DNA van beide soorten vergeleken. Er wordt daarbij gekeken naar veranderingen in nucleotiden, inserties en deleties. Het aantal verschillen tussen *A. sturio* en *A. oxyrinchus* bleek aanzienlijk hoger dan tussen beide *A. oxyrinchus* ondersoorten (*A. oxyrinchus oxyrinchus* en *A. oxyrinchus desotoi*), groot genoeg om echt van 2 verschillende soorten te spreken (o.a. Birnstein & Doukakis, 2000).

Van belang voor een juiste analyse is dat het materiaal in het juiste conserveringsmiddel bewaard moet zijn (geweest). Materiaal dat bewaard is in formaline is bijvoorbeeld ongeschikt voor genetische analyse van mitochondrieel DNA.

3 Ecologische kennis

3.1 Leefwijze

De steurfamilie bestaat uit potamodrome (migrerend binnen rivieren) en diadrome (migrerend tussen zee en rivier) vissoorten. De Atlantische steur is een anadrome soort die zijn volwassen leven grotendeels op zee doorbrengt en voor de voortplanting de rivieren optrekt. Er werd wel gesuggereerd dat er een land-locked populatie van de steur voorkwam in het Ladogameer in Rusland (Berg, 1948), die om te paaien de rivier optrok en die zijn volledige levenscyclus doorbracht in het zoete water. Later bleek dat het Ladogameer via de Neva rivier en de Finse Golf in verbinding staat met de Oostzee en de Ladogameer steuren tot dezelfde populatie behoren (Barannikova & Holčík 2000).

In het kort verloopt de levenscyclus als volgt: In het voorjaar trekken de Atlantische steuren de rivieren op om te paaien. De 0+ juvenielen blijven in de rivieren vlak bij de paaigronden en laten zich (sneller of minder snel) afzakken naar het estuarium. Na circa 2-4 jaar trekken ze naar zee. Op zee verblijven ze de eerste jaren in het littoraal in de nabijheid van de estuaria op een diepte van circa 20 – 50 m. Grotere individuen schijnen ook op een diepte van 100 m tot meer dan 200 m voor te komen. Alle steuren hebben een zeer lange levenscyclus. Ze worden pas laat volwassen en kunnen vele malen paaien. De voortplanting vindt plaats in het voorjaar en de zomer.

3.2 Verspreiding

De leden van de steurenfamilie komen voor in de koude en gematigde wateren van het noordelijk halfrond Europa, Noord-Azië en Noord-Amerika (o.a. Holčík, 1989).

3.2.1 De oorspronkelijke verspreiding van Atlantische steur

A. sturio komt van oorsprong voor in Europa en West-Azië (zie Figuur 3.1). Het verspreidingsgebied wordt begrensd door de Noordoost-Atlantische Oceaan (speciaal de ondiepere delen van de Noordzee en de Oostzee (of Baltische Zee)), enkele kustwateren in de Middellandse Zee en de Pontische regio, met daarbij inbegrepen de zeeën rond Italië en Griekenland (de Ligurische Zee, de Tyrreense Zee, de Adriatische Zee, de Ionische Zee en de Noord-Egeïsche Zee), de Zee van Marmara en de Zwarte Zee (mogelijk kwam de soort ook voor nabij Kreta en Rhodos (Holčík *et al.*, 1989). Er zijn enkele vangstmeldingen van IJsland, de kust van de Witte Zee en ook van de Noord-Afrikaanse kust. Uit historische gegevens is gebleken dat de voortplanting van de soort zich altijd heeft beperkt tot de Europese rivieren. Rond 1900 trok de Atlantische steur nog alle grote Europese rivieren op om te paaien (voor een overzicht, zie Holčík *et al.*, 1989).



Figuur 3.1 Geografisch verspreidingsgebied van *Acipenser sturio*. (naar: Holčík, 1989).

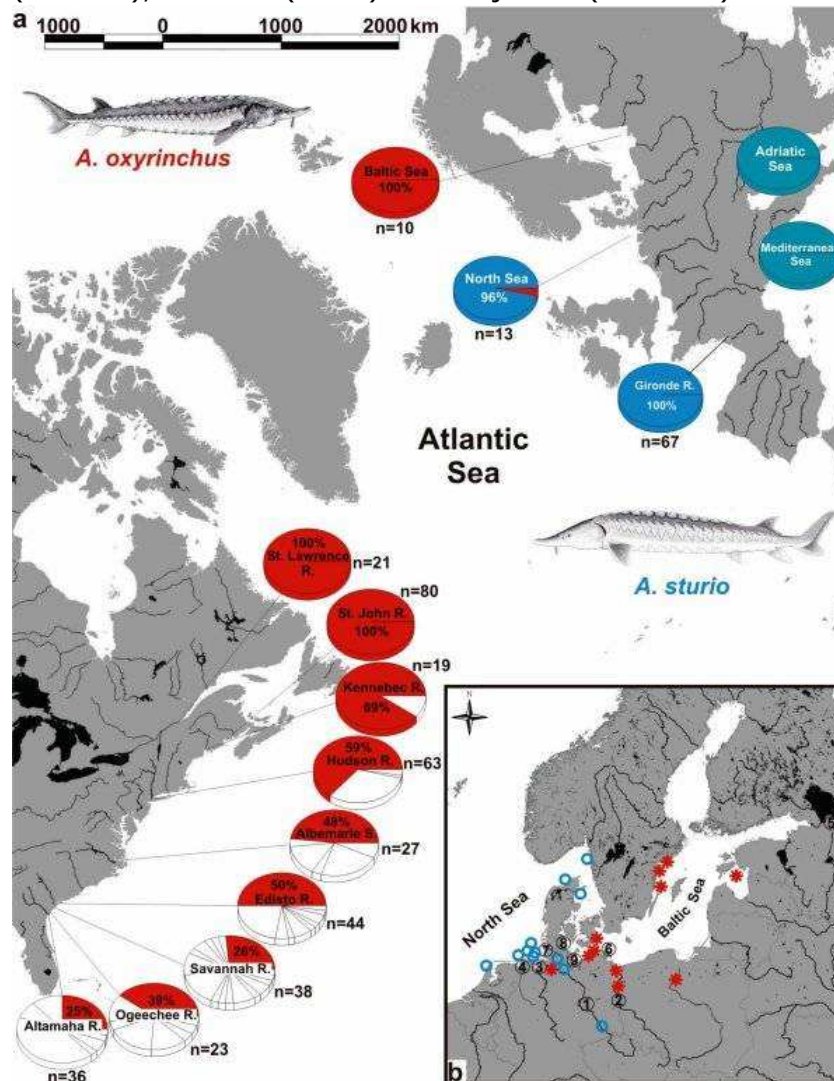
3.2.2 Verspreiding van een andere steursoort in West-Europa

Tot voor kort werd gedacht dat *Acipenser sturio* de enige soort was die voorkomt in West-Europa (o.a. Van Winden *et al.* (2000). Zeer recent is echter een artikel verschenen waarin aan de hand van genetische analyse is bepaald dat van de steuren die zijn gevangen in het gebied van de Baltische Zee (in het experiment 10 museumexemplaren), allen behoren tot de soort *A. oxyrinchus*, een soort waarvan men dacht dat deze alleen voorkwam in Noord-Amerika (Ludwig *et al.*, 2002)(zie Figuur 3.2). Tussen circa 800 en 1200 jaar geleden is dit gebied gekoloniseerd is door *A. oxyrinchus*, waarbij *A. sturio* geleidelijk geheel is verdrongen. Van de geanalyseerde dieren uit de Noordzee bleek er 96% te behoren tot *A. sturio* en slechts 4% tot *A. oxyrinchus* (n=13). Het gaat bij dit onderzoek met name voor het gebied van de Baltische Zee en de Noordzee om een klein aantal vissen.

3.2.3 Huidige verspreiding van de Atlantische steur

Er zijn nu waarschijnlijk nog slechts twee restpopulaties van *A. sturio* over: de Girondepopulatie, verspreid in de omgeving van de Golf van Biskaje, het Kanaal en de Noordzee en vermoedelijk de zogenaamde Rioni-populatie in de Zwarte Zee. Op het eerste gezicht lijkt het merkwaardig dat de laatste twee paaiplaatsen zo ver uiteen liggen. Ook omdat de soort ontbreekt in het

grootste deel van de Middellandse Zee, die de verbinding zou moeten vormen tussen beide restpopulaties. En mogelijke verklaring is dat de Zwarte Zee en de Oostzee in vroeger tijden met elkaar in verbinding hebben gestaan via de rivieren de Dnjepr (Rusland), de Wisla (Polen) en de Njoman (Litouwen).



Figuur 3.2 De geografische verspreiding van *Acipenser sturio* en *Acipenser oxyrinchus* in Noord-Amerika en Noordwest-Europa (uit Ludwig et al., 2002).

Bij gebrek aan reliëf op dit traject werd de waterscheiding gevormd door een binnenmeer op de grens van Wit-Rusland en de Oekraïne. Pas na de laatste ijstijd heeft dit meer zich ontwikkeld tot een hoogveengebied waaruit nu de Dnjepr ontspringt (zie Figuur 3.1, oranje stippellijn).

De Atlantische steur plant zich zover bekend alleen nog voort in het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied (zie Figuur 3.3). De grootte van de restpopulatie in de Gironde werd in 1960 geschat op 1000 exemplaren (refs. in Holčík, 1989).

In 1994 is in dit gebied voor het laatst natuurlijke reproductie waargenomen, in de jaren daarna werd geen nageslacht geproduceerd (Rochard *et al.*, 2001). Van de meeste plaatsen is alleen door incidentele vangsten bekend dat de soort er nog niet geheel is uitgestorven (Gessner, 2000).

In het Zwarte Zeegebied zou nog een kleine populatie aanwezig zijn (refs. in Bacalbaşa-Dobrovici & Holcik, 2000); deze dieren worden voornamelijk aangetroffen in de Rioni en af en toe in de Inguri en de Donau. De Rioni en de Inguri liggen in Georgië.



Figuur 3.3 Gironde en stroomgebied van de Dordogne en Garonne in Zuidwest-Frankrijk waar nog voortplanting van de steur zou plaatsvinden.

In 1960 waren er nog circa 1000 steuren in de Rioni. Tegen 1990 waren er nog circa 300 (refs. in Holčík, 1989). Van de huidige populatiegrootte in de Rioni rivier is weinig bekend, behalve dat deze drastisch is teruggelopen. Na 1990 is hier vanwege de zeer slechte economische situatie in Georgië het onderzoek stilgelegd. In 1997 en 1998 zijn pogingen gedaan om steuren te vangen, maar er werd niets gevangen (Zarkua, mededeling in Gessner, 2000). Volgens verschillende bronnen zijn er naar schatting nog enkele honderden exemplaren (Bacalbaşa-Dobrovici & Holčík, 2000; refs. in Bacalbaşa-Dobrovici & Holcik, 2000).

3.3 Migratie

3.3.1 Paaimigratie

In het voorjaar trekken volwassen individuen van de Atlantische steur vanuit de zee de rivieren op om te paaien. Het tijdstip is afhankelijk van de temperatuur en de geografische ligging (zie Tabel 3.1).

In de Rijn begon de trek begin mei en eindigde ongeveer half augustus, de piek lag eind juni/begin juli (Verhey, 1949, Kinzelbach 1987). Uit gegevens uit de 17e eeuw, verzameld door Martens (1992) blijkt dat de steur tussen maart en oktober werd gevangen met een piek in juli.

Tabel 3.1 Periode waarin de migratie plaatsvindt in een aantal Europese rivieren / gebieden.

Rivier/streek (referenties)	periode
Baltische rivieren (ref. in Van Winden <i>et al.</i> , 2000)*	juni- augustus
Elbe (Mohr, 1952)	april – juli
Noord-Duitsland (Ehrenbaum, 1936 in Jakob, 1996)	juni –juli
Rijn (Kinzelbach, 1987; Holčík <i>et al.</i> , 1989, Verhey 1949)	mei – juli (piek juni/juli)
Gironde (Magnin, 1962; Castelnaud <i>et al.</i> , 1991, Trouvery <i>et al.</i> , 1984)	maart – mei/juni (piek mei)
Rhone (Roule, 1923)	april - mei
Rioni rivier (Nikolski, 1957 in Jakob, 1996)	april-mei
(Ninua, 1976 in Bacalbaşa-Dobrovici & Holcik, 2000)	eind april – begin juli (piek mei)
Guadalquivir (Spanje)(Elvira <i>et al.</i> , 1991)	maart – april

* Mogelijk gaat het in deze gebieden / rivieren om de *Acipenser oxyrinchus* in plaats van de *Acipenser sturio* zoals in de referentie is beschreven.

De steur trekt de rivier op gedurende perioden met een hoog waterpeil in de rivier (Roule, 1923; Mohr 1952; Verhey, 1949, Magnin 1962).

Voor wat betreft het getij worden de meest steuren gevangen bij eb (Verhey, 1949).

De dieren zwemmen de rivier op in de hoofdstroom, bij een diepte van 2-8 meter (Kinzelbach 1987; refs. in Holčík 1989), bij een temperatuur van 12-18 °C (Ninua, 1976 in Holčík, 1989). Ze kunnen net als zalmen goed springen en passeren stroomversnellingen met gemak (Mohr, 1952; Kinzelbach, 1987).

Volgens Classen (1944, ref in Holčík 1989) vindt de piek in de migratie van de mannetjes 3 weken eerder plaats dan die van de vrouwtjes (Guadalquivir rivier). Kinzelbach (1987) rapporteert dat de steuren in kleine groepjes van één vrouwtje en enkele mannetjes trekken. Volgens Verhey (1949) zwemmen ze hoogstens met 2 dieren tegelijk.

3.3.2 Migratieafstand

De afstand die voor de paai wordt afgelegd is positief gecorreleerd met de waterstand en de waterafvoer – bij een hoge afvoer is de afstand groter en kan oplopen tot meer dan 1000 km (o.a. Mohr, 1952; refs. in Holčík 1989). Volgens Kinzelbach (1987) hangt de afstand ook samen met de populatiedichtheid in het estuarium of de benedenloop van de rivier. In Tabel 3.2 zijn de in de literatuur genoemde (maximale) migratieafstanden in verschillende rivieren weergegeven. Voor wat betreft de maximale afstanden. Volgens Kinzelbach (1987) trekt slechts een klein deel van steuren in de Rijn naar de Oberrhein, de meeste worden gevangen in de Niederrhein. Per dag wordt circa 10-15 km afgelegd (Ninua, 1976 in Bacalbaşa-Dobrovici & Holcik, 2000)

Tabel 3.2 De afstand die op de rivier wordt afgelegd voor de paaitrek.

Rivier (ref)	migratieafstand
Rhone (Roule 1923)	ca. 150 km
Rijn (Kinzelbach, 1987; refs. in Holčík 1989)	840-860 km (maxima)
Elbe (refs. in Holčík 1989)	820 km (max.), 300 km
Moldau (ref. in Holčík 1989)*	810 km (max.)
Oder (ref. in Holčík 1989)*	503 km (max.)
Warta (ref. in Holčík 1989)*	575 km (max.)
Rioni (Ninua, 1976 -ref. in Holčík 1989)	110-115 km

* Mogelijk gaat het in deze gebieden / rivieren om de *Acipenser oxyrinchus* in plaats van de *Acipenser sturio* zoals in de referentie is beschreven.

3.3.3 Sint-Jans trek

De subadulte Atlantische steuren van 3 tot 10 jaar oud trekken ook jaarlijks in het voorjaar (tussen april-september) vanuit de zee het estuarium in of soms verder de rivier op, maar meestal niet zo ver als tijdens de paaitrek (Mohr, 1952; Kinzelbach, 1987; Castelnaud, 1991). Soms trekt er wel een juveniel of subadult dier verder stroomopwaarts (Kinzelbach, 1987; Rochard, 1997). Ook de juvenielen van (bijna) 2 jaar oud, die nog niet in zee zijn geweest, maar nog steeds in het estuarium verblijven, trekken stroomopwaarts. Mogelijk zwemmen deze juvenielen met de subadulte dieren mee. Deze trek van de niet volwassen dieren wordt de Sint Janstrek of "Mouvée de la St. Jean" genoemd. Wanneer de subadulte dieren in het najaar naar zee trekken, zwemt een deel van de juveniele dieren (van ruim 2 jaar oud) ook mee naar zee (Rochard, 1997).

3.4 Voortplanting

3.4.1 Paaigedrag en bevruchting

Het paaien gebeurt op mooie warme dagen; dan spelen de steuren vlak onder het oppervlak en springen, soms ook in groepen (refs. in Jakob, 1996). Volgens Prioux (1957 in Trouvery *et al.*, 1984) zijn alleen de mannetjes zo beweeglijk en zwemt het vrouwtje beladen met eieren rakelings over de bodem.

Het vrouwtje zwemt naar een diepe met stenen bedekte plaats.

Van *Acipenser fulvescens* is bekend dat de eitjes in korte stoten van 7-10 seconden met tussenpozen worden afgezet. De mannetjes zetten tegelijkertijd hun hom af. Het paaien kan soms wel 5 tot 8 uur gedurende soms meerdere dagen duren (ref. in Jakob, 1996).

De temperatuur mag daarbij niet te hoog zijn; volgens Kolman & Zarkua (2002) begint het paaien van de Atlantische steur bij 12-14°C en is meer dan 16°C te warm. Andere auteurs noemen echter weer hogere temperaturen.

Volgens Prioux (1957 in Trouvery *et al.*, 1984) bewaken de mannetjes de eieren na de bevruchting tegen predatoren zoals de aal. In de meeste literatuur wordt echter aangegeven dat de ouderdieren na de paai direct terug naar zee gaan (Kinzelbach, 1987; Trouvery *et al.*, 1984; Castelnaud *et al.*, 1991; Ninua (1976 in Holčík, 1989).

3.4.2 Sex-ratio bij de voortplanting

De literatuur is niet eenduidig over de sex-ratio bij de voortplanting van de Atlantische steur: Volgens een aantal auteurs paait één vrouwtje met meerdere mannetjes (Roule, 1923; Vibert, 1945 in Magnin, 1962; Mohr, 1952).

Andere auteurs melden dat er meer vrouwtjes per mannetje optrekken (Magnin, 1962; Classen, 1944 in Magnin 1962, Ninua, 1976 in Van Winden *et al.*, 2000). Een kleinere verhouding $\square : \square$ in de vangst kan ook worden veroorzaakt doordat mannetjes de netten beter kunnen ontwijken, omdat ze kleiner zijn en in het open water zwemmen (Classen 1944 in Magnin 1962). Een andere oorzaak kan zijn dat vissers alle individuen die geen kaviaar hebben mannetjes noemen (dus ook de onvolwassen vrouwtjes) (Magnin 1962).

3.4.3 Paaigronden

Waar de precieze paaigronden van de Atlantische steuren liggen/lagen in de verschillende rivieren is niet duidelijk. Ook in de Garonne en de Dordogne zijn de paaiplaatsen nooit daadwerkelijk waargenomen, vanwege het troebele water (Trouvery *et al.*, 1984).

Jakob (1996) heeft uit een aantal waarnemingen aan *A. sturio*, maar voornamelijk aan andere steursoorten in verschillende riviersystemen gededuceerd en gereconstrueerd, waar in de Rijn geschikte paaiplaatsen voor *A. sturio* voorkomen.

Uit diverse waarnemingen wordt geconcludeerd dat *A. sturio* voor de paai een voorkeur heeft voor:

- de benedenloop van de rivier, stroomopwaarts van het estuarium, waar net geen zoutinvloeden meer aanwezig zijn;
- diep water (kommen) in de rivier, minimaal 3 meter, een stroming van ca. 1 m/s en een bodemsubstraat van grind;
- een temperatuur van circa 15-20 °C en een zuurstofgehalte van ca. >6 mg O₂/l; (Jakob 1996 en diverse refs. in Jakob, 1996; Trouvery *et al.*, 1984; Holčík, 1989)

3.4.4 Gonaden

Het gewicht van de gonaden van *A. sturio* kan nogal variëren. Er zijn alleen gegevens van vrouwtjes voor handen. Gemiddeld is de gonadosomatische index rond 0,14 (aandeel gewicht van ovarium op het totale gewicht) en kan variëren tussen 0,01 en 0,32. (refs. in Holčík, 1989). Volgens Ninua (1976 in Bacalbaşa-Dobrovici & Holcik, 2000) kan het gewicht na het paaien wel 25 tot 50% minder zijn dan ervoor.

3.4.5 Fecunditeit

Globaal legt de vrouwtjessteur tussen de 200.000 en 5.700.000 eieren (Mohr, 1952; Ninua, 1976; Kinzelbach, 1987, Van Winden *et al.*, 2000, refs. in Williot, 1991). De relatieve fecunditeit is ca. 12.000 tot 34.000 eieren per kilo (Ninua, 1976 en Classen, 1944 in Holčík, 1989).

3.4.6 Duur van reproductieve levensfase

De vrouwtjes reproduceren tot ze circa 40 jaar oud zijn, en de mannetjes waarschijnlijk tot ze 25 jaar zijn ((Trouvery *et al.*, 1984). Volgens Rodriquez (1962 -ref. in Holčík, 1989) duurt de seksueel actieve fase van de mannetjes ca. 8 jaar en van de vrouwtjes 30 jaar of meer (Quadalquivir rivier).

3.4.7 Paai-interval

Het is bekend dat bij steuren in tegenstelling tot de echte teleosten de eicyclus langer duurt dan een jaar (Chapman *et al.*, 1987; Williot, 1991). De vrouwtjes van de Atlantische steur paaien eens in de 2-3 jaar (of zelfs 5), terwijl de mannetjes elk jaar in staat zijn tot voortplanting (Trouvery *et al.*, 1984, refs. in Holčík, 1989, Rochard, 1991, refs. in Van Winden *et al.*, 2000).

3.4.8 Voortplanting bij nauw verwante steursoort *A. oxyrinchus*

In een studie in zes achtereenvolgende jaren op de Suwannee rivier in Florida zijn een aantal aspecten van de voortplanting van *A. oxyrinchus desotoi* uitgezocht (Sulak & Clugston, 1999).

In de Suwannee rivier komen naar schatting 80 vrouwtjes paaien. De eieren van deze vrouwtjes worden gedeponereerd op een gezamenlijk oppervlak van nog minder dan 10.000 m². Jaarlijks wordt het zelfde gebied gebruikt.

Belangrijk voor de paai is rots met een laag grind/keien substraat erop, (diameter van 2-10 cm, geen zand), de aanwezigheid van draaikolken of wervelingen (zgn. "eddy fields"), een stroomsnelheid van over het algemeen 0,3-1,86 m/s (aan het oppervlak), een neutrale of licht basische pH, een Ca²⁺ gehalte van 6-18 mg/l. De paai viel steeds samen met een periode van hoog water als gevolg van voorjaarsregens, en een afname van de geleidbaarheid en ionsterkte.

Het paaien begon 4-7 dagen na de nieuwe maan in maart, bij een watertemperatuur van boven 17°C en duurde tot 23 dagen voor de hele groep. Na een volgende nieuwe maan kan soms een tweede paaironde beginnen. De paai stopte wanneer de temperatuur steeg tot 21-22°C. De 0+ juvenielen van *A. oxyrinchus desotoi* verbleven in het open water boven zand, niet bij de oever of de vegetatie. Voor de verdere ontogenese van deze ondersoort wordt verwezen naar Kynard & Parker (2004).

3.5 Ontogenese

In tabel 3.3 is een overzicht gegeven van de verschillende levensstadia van de steur.

Tabel 3.3 **Overzicht van de verschillende levensstadia van de Atlantische steur.**

eieren	vanaf het afzetten tot het uitkomen van de eieren
embryo	vanaf uitkomen eieren tot de dooierzak geheel verbruikt is
larve	vanaf het moment dat de dooierzak verbruikt is tot de uiterlijke kenmerken geheel ontwikkeld zijn
juveniel	vanaf het moment dat de uiterlijke kenmerken ontwikkeld zijn tot de steur naar zee migreert
subadult	vanaf het moment dat het dier naar zee migreert tot het geslachtsrijp is
adult	vanaf het moment dat het dier geslachtsrijp is tot de dood.

3.5.2 Ei-stadium

De eieren zijn donkergrijs, -bruin of bijna zwart en ca. 2-3 mm groot (Holčík, 1989; Roule, 1922; Mohr, 1952).

De incubatie periode varieert van 3-14 dagen bij 22 -7,7 °C (diverse refs. in Holčík, 1989 en Van Winden *et al.*, 2000). De duur van de incubatie hangt af van de temperatuur; er zijn 56 -108 daggraden nodig voordat de eieren uitkomen (Trouvery *et al.*, 1984; Holčík, 1989), zie ook Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Duur van de incubatie van de eieren en watertemperatuur.

Referentie	Rivier/streek	Incubatieperiode	Temperatuur
Ehrenbaum, 1894 in Jakob, 1996	?	3,3 dagen	19-20 °C
Nikolski, 1957 in Jakob, 1996	?*	2,7-5 dagen	?
Kinzelbach, 1987	Rijn	4-5 dagen	?
Prioux, 1957 in Trouvery <i>et al.</i> , 1984	Franse rivieren?	5-6 dagen	14°C
Mohr, 1952	Elbe	≥ 3 dagen	?

* Mogelijk gaat het in deze gebieden / rivieren om de *Acipenser oxyrinchus* in plaats van de *Acipenser sturio* zoals in de referentie is beschreven.

3.5.3 Embryonale en larvale stadium

Bij het uitkomen zijn de embryo's circa 9 mm lang (o.a. Mohr, 1952; Prioux, 1957 in Trouvery *et al.*, 1984). Het embryonale stadium duurt 9 - 14 dagen, totdat de dooierzak verbruikt is.

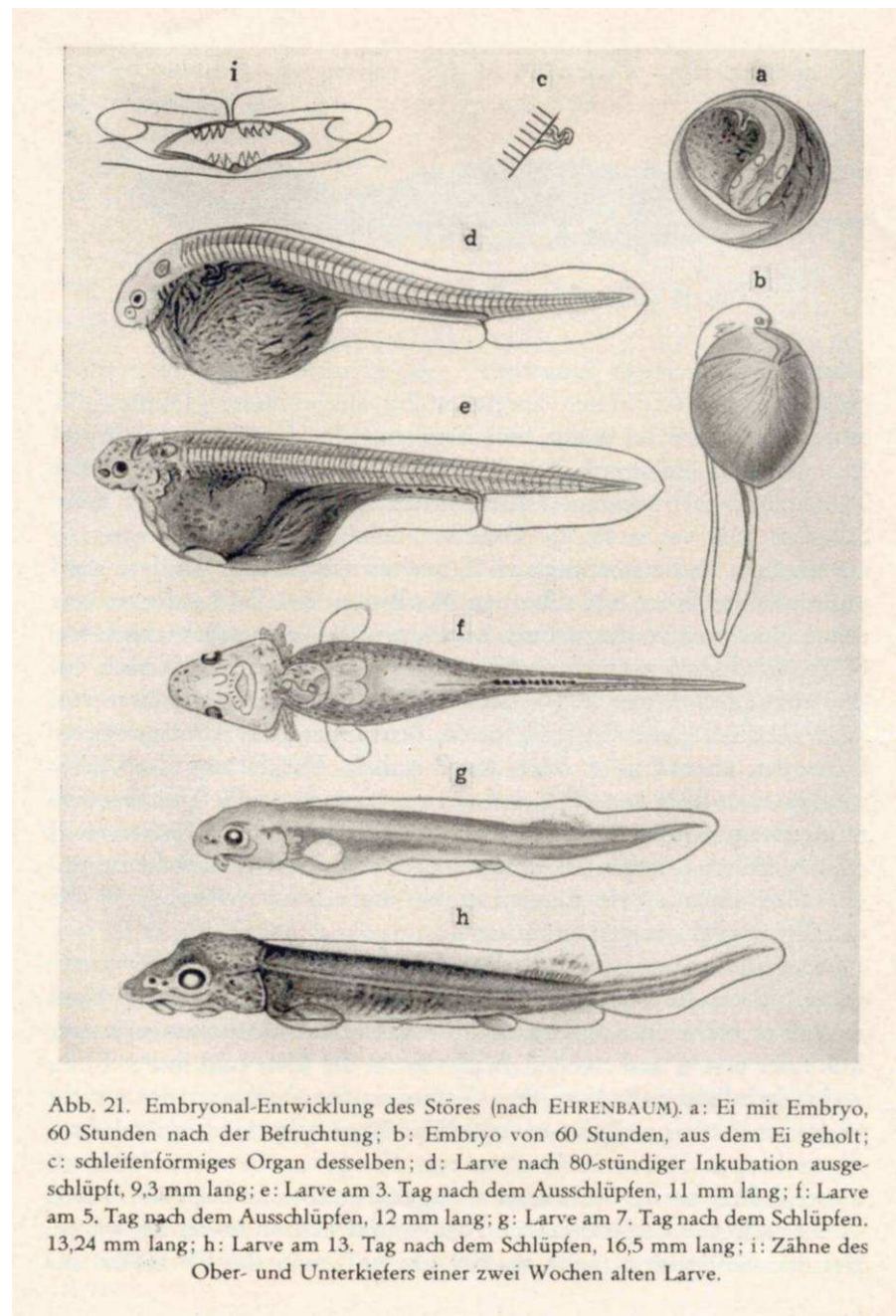


Figuur 3.4 Embryo's van 3-4 dagen oud (links) en larven van 11-12 dagen oud (rechts) van *Acipenser baerii* (uit: Williot, 1991).

Daarna gaan de larven foerageren (Ehrenbaum, 1894 in Jakob, 1996; Mohr, 1952; Holčík, 1989). Volgens Mohr (1952) zijn de larven na 13 dagen al 16.5 mm lang. Er wordt verwezen naar Mohr (1952) voor een uitgebreide beschrijving van deze stadia.

Over het habitat van het embryonale en larvale stadium van *A. sturio* is niet veel bekend. Van een laboratoriumstudie aan *A. oxyrinchus* desotoi is

bekend dat de vroege embryo's licht vermijden en de meeste tijd dicht bij de bodem en kiezen voor een donker substraat, na verloop van tijd worden ze minder lichtgevoelig en als larven verblijven ze verder van de bodem boven een lichter substraat (Kynard & Parker, 2004).



Figuur 3.5 Embryonale ontwikkeling van de steur. Uit: Mohr (1952), naar Ehrenbaum).

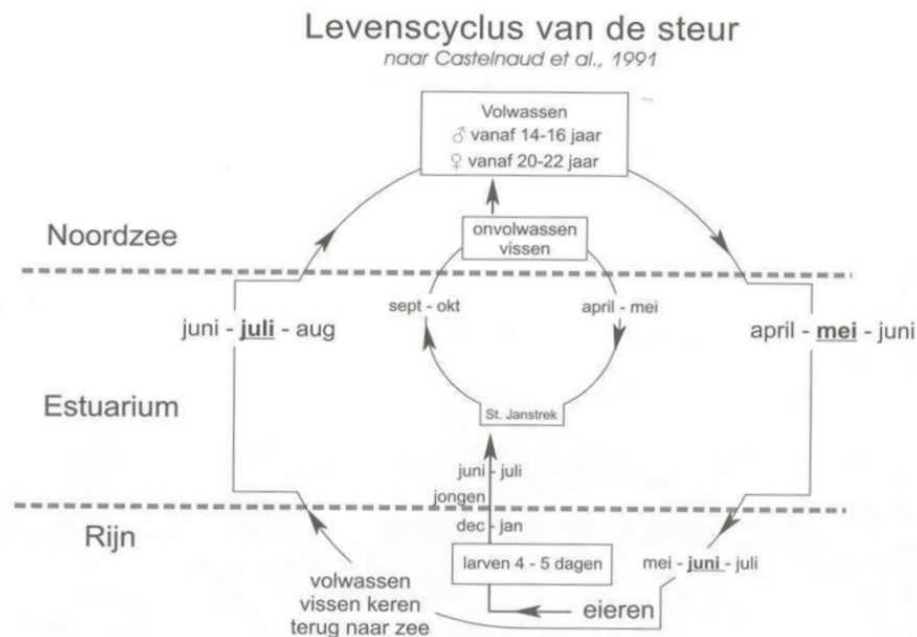
3.5.4 Juvenile en subadulte stadium

Steuken van 7-8 cm, de kleinste die in het wild worden gevangen hebben al de uiterlijke kenmerken van een volwassen steur, met volledig ontwikkelde beenplaten; ze heten dan juvenielen. De jonge dieren vertonen een snelle groei: in de Elbe zijn ze aan het einde van het eerste

groeiseizoen gemiddeld 15,5 cm lang (tussen 11 en 21 cm)(Mohr, 1952) (zie ook paragraaf 3.6).

Er is door verschillende auteurs geschreven over de ontwikkeling van de juvenielen en hun migratiegedrag. Rochard *et al.*, 2001 hebben een groep jonge Atlantische steuren uitvoerig beschreven en gevolgd gedurende hun eerste twee levensjaren: de juvenielen begeven zich in de loop van het eerste levensjaar met de stroom mee naar het meest stroomopwaartse deel van het estuarium water (saliniteit 5‰ – 25 ‰), waar ze de winter doorbrengen (Castelnaud *et al.*, 1991; Rochard *et al.*, 2001). In het vroege voorjaar zakken ze verder af richting monding van de rivier. Hier ontmoeten ze tussen mei en juli de oudere juvenielen (60 – 145 cm) welke uit zee de rivier op trekken (Sint-Jans trek, zie ook paragraaf 3.3.3).

Na de tweede zomer (september, soms oktober-november) trekken ze verder stroomafwaarts. Tijdens hun tweede winter verblijft een deel in het onderste deel van het estuarium, een deel zet koers naar zee (Rochard *et al.*, 2001). Een deel van de jonge steuren trekt pas in het derde of vierde jaar de zee in (Magnin, 1962; Kinzelbach 1987). Vanaf dat moment zijn het subadulten.



Figuur 3.6 De biologische cyclus en migratiepatronen van de Atlantische steur in het Rijnsysteem (Uit: Overmars *et al.*, 1997, naar Castelnaud *et al.*, 1991).

De saliniteit beperkt waarschijnlijk de stroomafwaartse migratie van de nuldejaars steuren. Zij kunnen dan nog geen hoge zoutgehalten en zoutfluctuaties verdragen (Rochard *et al.*, 2001; Magnin 1962; Holčík, 1989). Vanaf ongeveer 15 maanden (bij een totaallengte van ca. 46 cm) kunnen de jonge steuren wel hoge zoutgehalten, alsmede grote schommelingen in de saliniteit verdragen (Rochard *et al.*, 2001).

Uit deze studie van Rochard *et al.* (2001) blijkt dus dat een intact estuarium met zoet-zout gradiënten erg belangrijk is voor het voorkomen en overleven van de jonge steuren.

De seizoens-trekbewegingen van de steuren van meer dan een jaar oud in het estuarium lijken te worden bepaald door de voorkeur voor warmer water (in de winter is het estuarium warmer dan de rivieren)(Rochard *et al.*, 2001).

Vanaf hun tweede najaar tot het volgende voorjaar concentreren de jonge steuren zich in bepaalde zones van het estuarium, die ver uit elkaar kunnen liggen en heel verschillend zijn van saliniteit, maar die wel alle beschut zijn voor de stroming door de aanwezigheid van zandbanken. Het migratiepatroon wordt op deze leeftijd meer bepaald door waar de voedselorganismen zich bevinden (Rochard *et al.*, 2001).

Door Taverny *et al.* (2002) is het gedrag van een aantal steuren van 4-5 jaar in het estuarium van de Gironde bestudeerd. Deze steuren werden uitgerust met een zender en gevolgd met een ontvanger. De dieren hadden de neiging zich in kleine groepjes te verzamelen en verbleven in het midden van het estuarium bij een saliniteit variërend van 15 tot 31‰ (ze verdroegen een variatie in saliniteit van 10,5‰ per dag) op een gemiddelde diepte van 7 meter. Meestentijds zwommen ze licht tegen de stroom in, maar bewogen zich netto met de richting van het getij, stroomafwaarts gedurende eb en stroomopwaarts gedurende vloed. Er werd bij deze dieren geen verschil in dag- en nachtactiviteit gevonden.

3.5.5 Adulte stadium

Het geslachtsrijp worden bij de Atlantische steur is afhankelijk van de groeisnelheid die weer afhankelijk is van de temperatuur en de beschikbaarheid van voedsel in zee (Trouvery *et al.*, 1984). Atlantische steuren in meer zuidelijke wateren zullen over het algemeen eerder geslachtsrijp zijn dan die in meer noordelijke wateren. Gemiddeld worden de mannetjes na circa 10 jaar en de vrouwtjes na circa 14 jaar geslachtsrijp. Voor een aantal rivieren zijn gegevens bekend (zie Tabel 3.5).

Tabel 3.5 (Minimale) lengte en leeftijd van mannelijke en vrouwelijke steuren bij geslachtsrijpheid, voor verschillende riviersystemen.

Water (referentie)	♂♂ leeftijd (jaar)	♂♂ lengte (cm)	♀♀ leeftijd (jaar)	♀♀ lengte (cm)
Elbe (Mohr, 1952)	-	120	12	150 - 180
Rijn (Kinzelbach, 1987)	11	120	14	150
Gironde (Lepage (1989; in Van Winden <i>et al.</i> , 2000)	8 - 10	-	14 - 16	160
Gironde (Magnin, 1963 - ref in Holčík, 1989)	13 - 15 jaar	125	16 - 20	155
Gironde (Trouvery <i>et al.</i> , 1984)	14 - 15	145	20 - 22	185

Water (referentie)	♂♂ leeftijd (jaar)	♂♂ lengte (cm)	♀♀ leeftijd (jaar)	♀♀ lengte (cm)
Guadalquivir rivier (Classen, 1944 in Holčík 1989)	10 - 11	120	14 - 15	150
Po (Paccagnella, 1948 in Holčík 1989)	9 - 10	120	14 - 15	150
Skadar L. (Poljankov <i>et al.</i> , 1958 in Holčík 1989)	7 - 9	96 - 110	8 - 14	95 - 187
Rioni ((Ninua, 1976; Marti, 1939 - refs. in Holčík 1989)	7 - 9	96 - 110	8 - 14	137
? (Williot, 1991)	7	145	8	165

3.5.6 Levensduur

De oudste steur die in het Ladogameer werd gevangen was 48 jaar (Lebedev, 1960 in Holčík, 1989). Magnin (1963) noemt een vrouwtjessteur uit de Gironde van 42 jaar oud. In Berg (1948) wordt gesproken van een maximale leeftijd van 35-36 jaar. De vrouwtjes worden over het algemeen ouder dan de mannetjes (Holčík, 1989). Volgens Magnin worden mannetjes (in de Gironde) zelden ouder dan 25 jaar, volgens Classen (1944 in Holčík, 1989) waren de oudste mannetjes in de Guadalquivir rivier 19 jaar oud.

Leeftijdbepaling

Bij de meeste vissen wordt de leeftijd bepaald door het tellen van de jaarringen op de schubben, maar dit is bij de steur niet mogelijk. Bij steuren kan de leeftijd worden bepaald aan de hand van telling van het aantal ringen in de vinstralen van de borstvinnen. Deze methode wordt beschreven door Rochard en Jatteau (1991). In het algemeen geldt voor deze methoden, dat deze gemakkelijk tot onderschatting van de leeftijd leiden bij oudere dieren.

3.6 Groei, lengte en gewicht

3.6.1 Lengtegroei

Er bestaat een hardnekkig gerucht dat ooit een Atlantische steur van 6 meter lang gevangen werd, maar het is de vraag of dit een betrouwbare waarneming is. Mogelijk ging het hier niet om een Atlantische steur, maar om een Belugasteur (*Huso huso*), die wel 6 meter lang worden. De lengte die steuren bereiken verschilt per riviersysteem. In Tabel 3.6 zijn de literatuurgegevens hierover samengevat.

De maximale lengte van de Atlantische steuren in Noordwest-Europa ligt voor het vrouwtje van de Atlantische steur rond de 250-350 cm en de gemiddelde maat van de geslachtsrijpe vrouwtjes is 145-220 cm. De maximale maat voor mannetjes is ca. 200-220 cm en de gemiddelde maat ca. 125-150 cm.

Tabel 3.6 Maximale en gemiddelde lengte (in cm) van volwassen Atlantische steuren in verschillende riviersystemen.

referentie (watersysteem)	♂♂ max. (cm)	♂♂ gemidd. (cm)	♀♀ max. (cm)	♀♀ gemidd. (cm)
Mohr, 1952 (Elbe)	ca. 200			
Ninua, 1976 – ref in Van Winden <i>et al.</i> , 2000 (Zwarte Zee)		124 cm		175
Marti, 1939 – ref in Van Winden <i>et al.</i> , 2000 (Rioni)		137 cm		182
Classen, 1994 – ref in Van Winden <i>et al.</i> , 2000 (Guadalquivir)	220	149	250	189
Magnin, 1962 (Gironde)	200		255	
Kinzelbach, 1987 (Rijn)	200-220		260-280	
CEMAGREF, 1995	max. 350 cm, gemiddeld 145-220 cm			
Duncker, 1935 – ref in Van Winden <i>et al.</i> , 2000 (Elbe?)	max. 335 cm			

De groei van de Atlantische steur is sneller dan die van de andere steursoorten die in Europa voorkomen, behalve dan de Belugasteur (Holčík, 1989). In de Elbe was de lengte van jonge steuren aan het einde van de eerste zomer 11-21 cm (Mohr, 1952), in de Rioni 18-22 cm (Ninua, 1976 in Bacalbaşa-Dobrovici & Holcik, 2000). Volgens Ninua is de lengtegroei van de mannetjes- en vrouwtjessteuren even snel. Magnin (1963) heeft een groeivergelijking volgens Bertalanffy opgesteld voor de Atlantische steurpopulatie in de Gironde:

$$T_1 = 350 (1 - e^{-0,03(t + 3,43)})$$

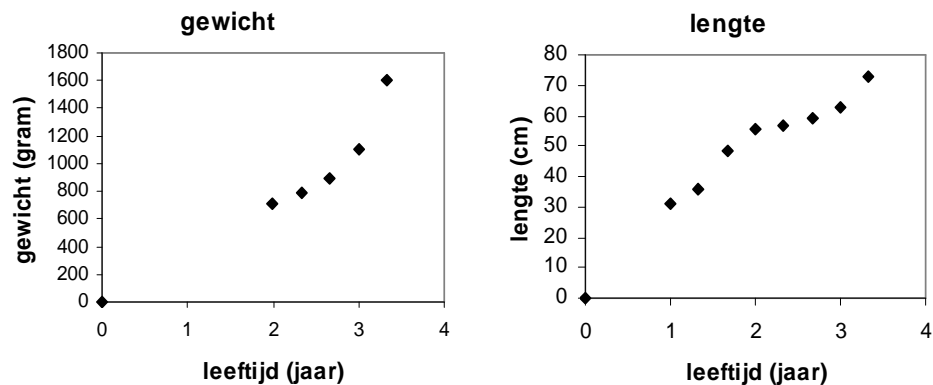
waarin T_1 de totaallengte in cm is en t de leeftijd in jaren.

Rochard *et al.* (2001) heeft de groei van de juvenielen (van 31 tot 72 cm) in het estuariene stadium apart beschreven (voor de 1994 jaarklasse). Deze groei volgt de vergelijking:

$$T_1 = 66,91 (1 - e^{-0,0038(t - 81,07)}) \quad (r^2 = 0,80)$$

waarin T_1 de totaallengte in cm is en t de leeftijd in dagen.

De groei van de jonge Atlantische steuren verschilt in de seizoenen: tussen maart en oktober nemen het gewicht en de lengte flink toe; tussen november en april neemt het gewicht af en is er geen lengte groei (Rochard, 1992 in Rochard *et al.*, 2001).



Figuur 3.7 Verandering van lengte en gewicht van in 1994 geboren steur in de Gironde (gemiddelden) (Rochard et al., 2001)

3.6.2 Gewicht

De gewichtstoename in het leven van de steur verloopt anders dan de lengtegroei. De lengte neemt op hogere leeftijd minder snel toe, maar het gewicht blijft relatief sterk toenemen. De zwaarste dieren die werden gevangen wogen rond de 90 kilo volgens Magnin (1962). Kinzelbach noemt een veel hoger maximaal gewicht van 140-160 kilo in de Mittel- en Oberrhein en 250-375 kilo in de Niederrhein.

3.6.3 Lengte-gewichtverhouding

Holčik (1989) heeft de lengte-gewicht relatie bepaald voor data uit verschillende riviersystemen. De lengte-gewicht relatie voor de Noordzee is (voor beide seksen met een totaallengte tussen 102.5 en 158 cm):

$$\text{Log } w = -5,9607 + 3,3263 \log T_1 \quad \text{ofwel: } W = 1,285 \cdot 10^{-6} \cdot T_1^{3,293}$$

($r = 0,996$; $n=137$), waarbij w het gewicht in kilo is en T_1 de totaallengte in cm (refs. in Holčik, 1989).

Castelnaud *et al.*, 1991 vond het volgende verband:

$$W = 9,48 \cdot 10^{-6} \cdot (T_1)^{2,885} \quad (w \text{ in kilo, } T_1 \text{ in cm}).$$

3.7 Voedsel

De steur heeft een onderstandige (tandeloze) bek met vier gevoelige bekdraden, waarmee hij op de bodem naar voedsel zoekt. In het zoete en brakke water eten de juvenielen voornamelijk (borstel)wormen, larven van aquatische insecten, Crustacea (schaaldieren) en Mollusca (weekdieren) (Holčik 1989 en refs. in Holčik, 1989; Brosse *et al.*, 2000). De larven eten in het begin ook algen en watervlooien (Ehrenbaum, 1899 in Magnin, 1962).

De favoriete prooidieren variëren per jaargetijde en per deel van de rivier c.q. het estuarium. Het is niet altijd duidelijk of de prooikeuze wordt bepaald door de voorkeur van de jonge steur of door de meest abundant aanwezige prooi (Brosse *et al.*, 2000). Volgens Rochard *et al.* (2001) zijn bepaalde migratiepatronen van de juveniele steuren in Gironde terug te voeren op de aanwezigheid van prooidieren ter plaatse.

Volgens Brosse (2003) hebben juveniele steuren een voorkeur voor een fauna die gedomineerd wordt door Polychaeta (borstelwormen).

De adulte steur eet voornamelijk benthische ongewervelde dieren, zoals Mollusca (weekdieren), Polychaeta, Isopoda (pissebedden) en garnalen en daarnaast ook kleine vissen zoals ansjovis, zandspiering en grondels (Trouvery *et al.*, 1984). De voorkeur varieert per gebied. Er wordt verwezen naar Hochleithner (1996) voor een uitgebreide lijst met soorten prooidieren van steuren.

Tijdens de paaitrek wordt meestal niet gegeten (Mohr, 1952; Lepage & Rochard 1995, Williot 1991), maar in de winter wel (Magnin 1963).

Tabel 3.7 Voedsel van de steur in zee (gedeeltelijk naar Van Winden *et al.*, 2000)

	1	2	3	4
(kleine) vissen (o.a. ansjovis, haringachtigen, grondels)	+			+
Mollusca (o.a. slakken, mosselen)		+		+
Crustacea (o.a. garnalen, kleine kreeften, pissebedden)	+	+		+
Annelida (ringwormen), o.a. Polychaeta	+		+	+

1. Magnin (1962; en refs. in Magnin, 1962)

2. Mohr (1952) - (nabij) Elbe

3. Rochard *et al.* (1990) - Kaspische Zee

4. diverse refs. in Van Winden *et al.*, 2000 en Holčík 1989

3.8 Genetische aspecten

3.8.1 Geografische populaties

Analyse van de bestaande gegevens laten zien dat binnen de soort *A. sturio* 9-12 geografische populaties vallen die deels qua uiterlijk en genetica verschillen (Holčík, 2000). Holčík geeft aan dat daarom bij het uitzetten alleen individuen uit dezelfde geografische gebieden mogen worden gebruikt. De Atlantische steuren uit de Gironde en in de Noordzee blijken genetisch gelijk te zijn. Ze verschillen enigszins van Mediterrane en Adriatische Atlantische steuren (Ludwig *et al.*, 2000).

3.8.2 Chromosoomaantal

Het aantal chromosomen in *A. sturio* is 116 ± 4 , voor *A. oxyrinchus* 99-112 (refs. in Birnstein & Doukakis, 2000). Beide soorten horen tot de 120-

chromosoom groep (diploïd of tetraploïd) binnen de steuren. Een aantal andere steuren hebben ca. 240 chromosomen of nog meer (o.a. Vasil'ev, 1999B; Williot 1991, overzicht in Billard & Lecointre 2001). Het voorkomen van polyploïden is samen met nog een aantal andere eigenschappen een kenmerk van oude groepen zoals ook de prikken (Petromyzonidae).

3.8.3 Hybridisatie

De steurachtigen zijn bekend om hun veel voorkomende hybridisatie. Vruchtbare nakomelingen komen doorgaans voort uit $2n \times 2n$ of $4n \times 4n$, terwijl de interploïd $2n \times 4n$ over het algemeen onvruchtbaar zijn (Billard & Lecointre, 2001). In de aquacultuur wordt vaak gebruik gemaakt van vruchtbare hybriden, met als doel gunstige eigenschappen te combineren.

3.9 Populatiebiologie

3.9.1 Minimum populatiegrootte

Er zijn geen harde gegevens over de minimale populatie grootte. Meestal werkt men met bepaald vuistregels, waarbij men ervan uitgaat dat de populatie duurzaam moet kunnen voortbestaan zonder dat de genetische variatie verloren gaat. Voor steuren zouden de getallen kunnen afwijken van de andere vissoorten, omdat de vrouwtjes zich niet ieder jaar voortplanten plaatsvindt, de sekseratio mogelijk niet 1 : 1 is en omdat de dieren een zeer lange levensduur hebben.

Binnen de aanbevelingen voor het kweekprogramma voor *A. oxyrinchus* geeft men het aantal van 100 als de minimale effectieve populatie (de dieren die deelnemen aan de voortplanting) met een inteeltsnelheid van 0,5%. De jaarklassen zouden minimaal uit 6 dieren moeten bestaan (Waldman, 2000).

Volgens de FAO telt een duurzame ideale populatie, waar de uitsterfkans als gevolg van inkruisingseffecten klein zijn, vanuit genetisch oogpunt minimaal 500 volwassen dieren (FAO, 1981). Gezien de niet-ideale praktijksituatie (van o.a. de sex-ratio) gaan Klein Breteler & Kranenbarg (2000) er vanuit dat een Minimal Viable Population moet bestaan uit globaal 1000 paren (2000 reproductieve dieren)(o.a. Carvalho & Cross, 1998). Een dergelijke populatie grootte kan alleen gerealiseerd worden in zeer grote rivieren, of een aantal metapopulaties in rivieren met een kleiner (geschikt) oppervlak.

3.9.2 Populatieopbouw

Fernández-Pasquier (2000) beschrijft de populatieopbouw en karakteristieken van een groep Atlantische steuren in de Guadalquivir rivier van circa 1930 tot 1970, maar het is niet duidelijk of deze aantallen veel zeggen over de natuurlijke situatie, want er is sprake van een sterk achteruitgaande populatie. Hetzelfde geldt voor de informatie over de populaties die wordt gegeven in Holčík *et al.* (1989).

In de Guadalquivir rivier waren er onder de volwassen mannetjes 10 jaarklassen (9-18 jaar) en onder de vrouwtjes 13 jaarklassen (13-25

jaar). In deze populatie was de verhouding vrouwtjes : mannetjes 3 : 1 (Classen 1944 in Holčík, 1989).

Door Ninua (1976 in Holčík 1989) wordt een beschrijving gegeven van de reproductieve populatie in de Rioni. Deze bestond uit 6 jaarklassen van mannetjes tussen 7 en 12 jaar en 10 jaarklassen van vrouwtjes tussen 11 en 20 jaar. De verhouding vrouwtjes : mannetjes was daar 1,3 : 1.

3.10 Parasieten / ziekten

Er komen circa 30 soorten parasieten voor bij *A. sturio*, voornamelijk mariene soorten. De meeste soorten behoren tot de Plathyhelminthes (platwormen) en Aschelminthes (refs. in Holčík, 1989). Voor een beschrijving van de soorten wordt verwezen naar Holčík (1989).

4 Menselijke consumptie en gebruik

4.1 Kaviaar

Kaviaar bestaat uit de onbevuchte eieren van de vrouwelijke dieren. Bij de op kaviaar gerichte visserij wordt de vrouwtjesdieren direct na de vangst gedood en opengesneden. In de aquacultuur worden vrouwtjessteuren verdoofd en opengesneden om de eieren te verwijderen en daarna gehecht; 80-90% van de dieren overleeft dit. De eieren worden verwijderd, over een zeef gehaald, gewassen met een zoutoplossing en daarna bewaard bij een temperatuur tussen -2 en +2 °C (Hochleithner, 1996). De kwaliteit wordt bepaald door de mate van rijping van de eieren in de steur. Dit bepaalt namelijk de hoeveelheid vet en daarmee de stevigheid (Van Winden *et al.*, 2000).

Het woord kaviaar komt van het Italiaanse "caviare". De Italianen schijnen de eerste handelaren in deze delicatessie te zijn geweest (Lobregt & Van Os, 1977).

Typen kaviaar

De belangrijkste steursoorten voor kaviaar zijn de Belugasteur (beluga kaviaar), de witsnuitsteur (*Acipenser stellatus*; sevruga kaviaar), de Russische steur (*Acipenser gueldenstaedtii*; oscetra kaviaar) en de Kaluga (*Huso dauricus*, kaluga kaviaar)(CITES, 2001).



Figuur 4.1 Beluga kaviaar, zoals deze op de markt is (bron: CITES, 2001).

Exploitatie kaviaar van de Atlantische steur

De kaviaar van de Atlantische steur is ook wel geëxploiteerd, nl. :

- in Duitsland tot het einde van de 19e eeuw (Van Winden *et al.*, 2000);
- in Frankrijk langs de Gironde tussen 1920 en 1970 (Williot *et al.*, 1997);
- langs de Guadalquivir rivier in Spanje van 1930 tot in de jaren zestig (Elvira *et al.*, 1991A);
- in Griekenland bij de Evros Rivier tot 1975 (Economidis *et al.*, 2000).

Waarschijnlijk werd de kaviaar van de Atlantische steur ook geëxploiteerd langs de Elbe en de Rioni, maar daar is in de literatuur niets over terug te

vinden. In Nederland is de kaviaarproductie nooit van de grond gekomen (Van Winden *et al.*, 2000).

Historie

De kennis om steureieren te verwerken tot kaviaar is waarschijnlijk afkomstig uit China, waar het al sinds de 10e eeuw bekend is. De eieren van de steur werden waarschijnlijk al gegeten in de bloeitijd van de Perzen, de Grieken en de Romeinen. In diverse oude schriften komt naar voren dat kaviaar altijd een luxe product was, dat was voorbehouden aan de rijken en hooggeplaatsten.

Productie

Volgens Keulenaar (1996 in Van Winden *et al.*, 2000) wordt jaarlijks ca. 350.000 kilo kaviaar geproduceerd. De meeste kaviaar wordt geproduceerd in de Kaspische Zee (90%). Volgens andere bronnen zou de totale kaviaarproductie van enige duizenden tonnen per jaar in de jaren zeventig en begin tachtig zijn teruggelopen tot enkele honderden tonnen eind jaren negentig.

Na het uiteenvallen van de Sovjet-Unie, is de regelgeving weggefallen, en zijn er meer landen die concurreren om de aanwezige kaviaar. Door de grote winstvooruitzichten is er daarnaast ook grootschalige illegale visserij en wordt kaviaar van de ene soort soms onder de naam van een andere verkocht (Cohen, 1997).

Doordat met behulp van moleculaire techniek de kaviaar op soort gebracht kan worden (o.a. Birnstein *et al.*, 1999), is het beter mogelijk de handel in kaviaar van bedreigde soorten te controleren.

4.2 Andere steurproducten

Andere producten van de steur die commercieel verhandeld worden zijn (CITES 2001):

- gerookte steur ("Balik") - dit wordt vnl. geproduceerd in Oost-Europese landen;
- verse, bevroren en gedroogde steur - voornamelijk afkomstig uit de aquacultuur industrie;
- soep van een mengsel van haaienvinnen en het kraakbeen van de kop van de steur – dit is een product uit Zuidoost-Azië;
- lijm – deze wordt gemaakt van de zwemblaas;
- zee-ivoor – dit is een vrij nieuw product dat in Noord-Amerika op kleine schaal verhandeld wordt: het gaat om beenplaten die worden behandeld om er sieraden van te maken.

5 Habitat- en milieueisen

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de eisen die de Atlantische steur aan zijn leefomgeving stelt. Er is enige overlap met de hierboven behandelde aspecten van de ecologie van de soort. Hieronder wordt echter per parameter besproken welke waarden door de Atlantische steur (in verschillende levensstadia) getolereerd worden en wat de optimale range lijkt te zijn.

5.1 Watertemperatuur

De Atlantische steur komt voornamelijk voor in gematigde zone met een (zee)watertemperatuur van circa 10-15 °C (gemeten op de bodem, Trouvery *et al.*, 1984).

De optimale temperatuur voor de paai en ei-afzetting is door verschillende auteurs voor verschillende watersystemen beschreven, zie Tabel 5.1.

Temperatuur bij paai en ei-afzetting van de Atlantische steur in diverse rivieren.

rivier/systeem	referentie	temperatuur
Rijn	Kinzelbach, 1987	14-15 °C
Garonne / Dordogne	Magnin, 1962	18.5-19 °C
Rioni	Ninua, 1976 in Jakob, 1996	17-21 °C
divers*	in Holčík, 1989	7.7-22 °C (min.-max.)

* Mogelijk gaat het in deze gebieden / rivieren om de *Acipenser oxyrinchus* in plaats van de *Acipenser sturio* zoals in de referentie is beschreven.

Staaks *et al.* (1999) voerden experimenten uit met juveniele Atlantische steuren. De activiteit en de zwemsnelheid van de dieren waren positief gecorreleerd met een toename van de temperatuur. Een temperatuur optimum werd niet waargenomen (maximale temperatuur in het experiment was 24 °C).

Het verloop van de temperatuur in het Gironde-estuarium wordt beschreven door Rochard *et al.*, 2001).

5.2 Zuurstofgehalte

De (volwassen) steur is goed bestand tegen lage zuurstofgehalten (refs. in Holčík 1989). Het is bekend dat men volwassen steuren wekenlang levend kan houden in vaten (refs. in Holčík 1989).

Voor een normale ontwikkeling van de eieren en de embryo's is een hogere zuurstofconcentratie nodig. Volgens Jakob (1996) kan een zuurstofgehalte onder de 6 mg/l schadelijk zijn. Volgens Ninua (1976 in Holčík, 1989) moet de zuurstofconcentratie 7.4-9.5 mg/l zijn (Rioni).

Van de kortsnuitsteur (*Acipenser brevisrostrum*) is bekend dat de juvenielen acuut gevoelig zijn voor lage zuurstofconcentraties. Vissen van circa 3 maanden oud vertoonden bij 25°C en 2‰ saliniteit een LC50 (waarbij 50% van de testorganismen doodgaat binnen 24 uur) van 2,7 mg O₂/l (32% verzadiging) en één van 2,2 mg O₂/l bij 22°C 4‰ saliniteit 26% verzadiging. Bij hogere temperaturen is de kritieke O₂-concentratie hoger. Jongere vissen zijn nog gevoeliger (Campbell & Goodman, 2004).

5.3 Zuurgraad

Volgens Ninua (1976 in Holčík, 1989) is de pH op de paaiplaatsen van *A. sturio* in de Rioni rivier 7.4-7.6. Het is niet bekend welke pH schadelijk zou kunnen zijn voor de Atlantische steur. Van experimenten met andere steursoorten (*A. ruthenus*, *A. gueldenstaedtii*) is bekend dat een pH onder 6.4 en een pH hoger dan 7.5-8 schadelijk is voor de embryo's (Jakob, 1996).

5.4 Doorzicht en licht

Van een aantal steursoorten is bekend dat de vroegste ontwikkelingsstadia gevoelig zijn voor (direct zon)licht (embryo's van *A. oxyrinchus* en *A. brevisrostrum*, larven van *A. gueldenstaedtii*) (Kynard & Horgan, 2002) en daarvoor beschutting zoeken. Waarschijnlijk komt dit verschijnsel ook voor bij *A. sturio*. Later in de ontwikkeling gaat deze lichtgevoeligheid over. In troebele rivieren zoals de Rijn is de lichtinval echter gering en vormt dit vermoedelijk geen probleem (Jakob, 1996).

5.5 Saliniteit

Rivierstadia

Jonge Atlantische steuren kunnen nog geen zout verdragen. De paaiplaatsen zijn daarom op plaatsen in de rivier waar geen zoutinvloeden meer merkbaar zijn (Trouvery *et al.*, 1984; Jakob, 1996). Daarna ontwikkelt de zouttolerantie zich geleidelijk. De literatuur verschilt over de snelheid waarmee zich de zouttolerantie ontwikkelt. Volgens Magnin (1962) verdragen steuren van 2 jaar oud 3-8 ‰ saliniteit, maar gaan ze dood wanneer ze in zeewater worden overgezet. Wel ze dan al fluctuaties verdragen: een studie aan de Girondepopulatie heeft aangetoond dat dieren van ca. 2 jaar oud zich niet met het getij heen en weer laten bewegen, maar op één plaats blijven; dit betekent dat ze iedere dag een behoorlijke fluctuatie in zoutgehalte meemaken (Rochard, 1997). Exemplaren van ouder dan 4 jaar verdragen 33 ‰ saliniteit en kunnen in zee leven. Volgens Taverny *et al.* (2002) verblijven steuren van 4-5 jaar bij een saliniteit variërend van 15 tot 31‰ en verdragen ze een schommeling van 10,5‰ per dag. Individuen van 7 jaar oud kunnen zich gemakkelijk aanpassen wanneer ze worden overgezet van zoet in zout water of omgekeerd (Magnin, 1962).

Mariene stadium

Volwassen Atlantische steuren verdragen het maximale zoutgehalte van zeewater met een saliniteit van 35‰ (bodem)(Trouvery *et al.*, 1984).

5.6 Stroomsnelheid / debiet

Steuren kunnen op de rivier tegen een flinke stroming opzwemmen, 1.4-2.2 m/s is geen probleem, zoals waargenomen in de Rioni (Ninua, 1976 in Holčík, 1989). Stroomversnellingen kunnen ze gemakkelijk passeren en ook kunnen ze sprongen maken zoals de zalm (Mohr, 1952).

Peake *et al.* (1997) geven aan voor *Acipenser flavescens* hoe zwemsnelheid en uithoudingsvermogen berekend kunnen worden voor een vis van een bepaalde lengte bij een bepaalde watertemperatuur.

Voor een succesvolle paai moet het water voldoende hard stromen, zo dat slib niet bezinkt. Volgens Ninua (1976 in Jakob, 1996) is een stroomsnelheid van 1.5-2.0 m/s nodig, volgens Elie *et al.* (1996 in Jakob, 1996) 0,5-0,8 m/s, volgens Jego *et al.* (2002) 0,5-2, 0 m/s. Jakob (1996) houdt het erop dat de precieze stroomsnelheid niet belangrijk is en een gunstige stroomsnelheid rond de 1 m/s ligt.

Brosse (2003) heeft in het Girondesysteem het habitat van juveniele steuren onderzocht en gevonden dat deze een voorkeur hebben voor een stroming van ca. 0,8-1,0 m/s.

Sommige auteurs drukken de benodigde stroomsnelheid uit in debiet.

Fernández-Pasquier (1999) geeft aan dat er in de Guadalquivir rivier een minimaal debiet van 100 m³/s benodigd is voor de paaimigratie; het optimale debiet zou 400 m³/s zijn. Trouvery *et al.* (1984) noemen een debiet van 200-300 m³/s.

5.7 Getij

Het is niet duidelijk of het getijverschil ook belangrijk is voor steuren. Het getijverschil in de Gironde bedraagt 1.5 tot 5 meter (Trouvery *et al.*, 1984), in de Nieuwe Waterweg is dat 1.6-1.8 m (Van Winden *et al.*, 2000). Het intergetijdengebied is daardoor in ieder geval ook kleiner (korter) op de Rijn (ca 90 km) dan bij de Gironde (ca 150 km).

5.8 Waterdiepte

Mariene fase

A. sturio houdt zich tijdens zijn verblijf op zee voornamelijk op in de omgeving van grote estuaria (Holčík, 1989; Rochard *et al.*, 1997). De jongere steuren die pas op zee zijn komen voor tot een diepte van 20 meter (Magnin, 1962). Volgens Rochard *et al.* (1996) was er voor dieren van 3-10 jaar oud geen verband tussen de grootte van het dier en de diepte van de zee waar hij gevangen werd; de meest bevinden zich op 20 tot 30 meter diepte. Oudere en grotere dieren gaan uiteindelijk naar dieper water van 20-50 meter, volgens Rochard *et al.* (1997) tot 100 meter maar er zijn ook meldingen van 130 en meer dan 200 meter diep (Trouvery *et al.*, 1984, Rochard *et al.*, 1996; refs. in Van Winden *et al.*, 2000).

Rivierfase

De dieren zwemmen op een diepte van 2-8 meter de rivier op (Kinzelbach 1987; refs. in Holčík 1989).

De eieren worden afgezet in diep water (Trouvery *et al.*, 1984), op een diepte van minimaal 3-4 meter (Jakob, 1996; Guerri & Pustelnik, 1996 *in* Van Winden *et al.*, 2000), hoewel het in troebel water misschien in minder diep water kan. Vermoedelijk is niet de diepte maar de (geringe) doordringing van licht belangrijk voor de lichtgevoelige larven (Jakob, 1996). Jego *et al.* (2002) gaan gebaseerd op literatuurgegevens voor verschillende andere steursoorten uit van een minimale diepte van 5 meter, Kolman & Zarkua (2002) melden een diepte van 2-4 meter in paai-gebieden in de Rioni.

Volgens sommige auteurs worden de eieren in kuilen in het midden van de rivier afgezet, met een diepte tot wel 8-20 meter (Mohr, 1952; Kinzelbach, 1987). Legsels zijn echter nooit aangetroffen op deze plaatsen.

Steuren van 4-5 jaar oud verblijven meest op een diepte van 7 m volgens Taverny *et al.* (2002), volgens Brosse (2003; Gironde-systeem) hebben ze een voorkeur voor een diepte van 4-8 meter.

5.9 Bodemsubstraat

Mariene fase

Het is niet helemaal duidelijk of de volwassen steur een echte substraatvoorkeur heeft: Volgens (Trouvery *et al.*, 1984) begeeft de volwassen steur zich op zee boven een bodem van grof of middelgrof zand, volgens anderen prefereert de vis een modderbodem (Holčík, 1989; De Groot., 1992).

Recent onderzoek aan *Acipenser oxyrinchus* liet zien dat deze soort zich in de mariene fase voornamelijk ophoudt boven zand- en kiezelzandbodems (Peake *et al.* 2004).

Paai

De eieren worden altijd afgezet bij stenen of kiezels waar het water voldoende hard stroomt zodat slib en zand niet bezinken (Trouvery *et al.*, 1984; Kinzelbach, 1987; Jakob, 1996). In zones met slib of zand zouden de eieren gemakkelijk bedolven kunnen worden en door zuurstofgebrek afsterven. Volgens Elie *et al.* (1996 *in* Van Winden *et al.*, 2000) bedraagt de ideale diameter van de kiezels 1,7 tot 6,5 cm.

In Tabel 5.8 is weergegeven hoe de deeltjes grootte van het bodemsubstraat in het paai gebied van Rioni is (Koman & Zarkua, 2002).

Tabel 5.8 Samenstelling van het substraat in deeltjesgrootte in de paai gebieden in de Rioni (naar Koman & Zarkua, 2002).

deeltjes grootte range (mm)	aandeel (%)
<10	27,5
10 - 20	41,7
20 - 30	19,2
30 - 40	8,7
40 -50	2,9

Embryo's/larven

Volgens Elie (1996 in Van Winden *et al.*, 2000) is de aanwezigheid van rotsblokken gunstig voor larven van de Atlantische steur die daar kunnen schuilen. Mogelijk kunnen spleten tussen steenblokken van kribben dienst doen als schuilplaats en kunnen de jonge steuren zich op de stromingsluwe locaties gemakkelijk handhaven.

Veel is er niet bekend van de habitateisen van de larven van *A. sturio* in de natuur.

De embryo's van *A. fulvescens* verschuilen zich tijdens het verteren van de dooierzak tussen kiezels en rotsblokken (Elie *et al.*, 1996 in Jakob, 1996). De larven van steuren zijn benthisch (grove zandbodem), van sommige soorten zwemmen de larven in het donker wel naar het oppervlak, maar ze mijden de oevers (ref. in Jakob, 1996). Sulak & Clugston (1999) melden dat O+ -dieren van *A. oxyrinchus desotoi* zich boven open zand substraat begeven.

Brosse (2003) heeft in het Gironde systeem het habitat van juveniele steuren onderzocht en gevonden dat voorkeur hebben voor zand- of slibbodems.

5.10 Vegetatie

Paai

Volgens een aantal auteurs kunnen bij gebrek aan grind of kiezels planten, plantenresten (Ehrenbaum, 1923 in Van Winden *et al.*, 2000) of boomstronken (Trouvery *et al.*, 1984; Maitland, 1980 in Van Winden *et al.*, 2000) dienen als paaiplaats, maar het is niet duidelijk of dit een goed alternatief is.

Juvenielen

Van juvenielen van *A. oxyrinchus desotoi* is bekend dat ze gebieden die met vegetatie begroeid zijn vermijden (Sulak & Clugston, 1999).

5.11 Waterkwaliteit

Er wordt algemeen aangenomen dat de grootschalige en ernstige industriële en huishoudelijke vervuiling van het water in de 19^e eeuw en 20^e eeuw een bijdrage heeft geleverd aan de teruggang van de Atlantische steur. Er zijn echter geen of nauwelijks harde getallen bekend in de literatuur over welke eisen de steur stelt aan de waterkwaliteit. Vanwege zijn lange levenscyclus zal de steur mogelijk wel verhoogd gevoelig zijn voor stoffen die accumuleren in het lichaam zoals PCB's. Van *A. oxyrinchus desotoi* is bekend dat een neutrale of licht basische pH en een Ca²⁺gehalte van 6-18 mg/l (een afname van de ionsterkte en geleidingsvermogen) voor de paai van belang zijn (Sulak & Clugston, 1999).

5.12 Ruimtelijke eisen

Voor de ei-afzetting van één vrouwtje is volgens Jakob (1996) ca. 300 m² paaihabitat nodig, volgens Derjavine ((1947) in Jeco *et al.*, 2002) 500 m². Klein Breteler & Kranenbarg (2000) hebben aan de hand van gegevens uit de literatuur berekend hoeveel oppervlak een reproductieve eenheid van

steuren (één paar reproducerende dieren) in de rivier minimaal nodig heeft. Dit komt, bij een aanname dat er een sterfte is van 75% van de eieren, 90% van de larven, 75% van de 0+juvenielen en 50% van de 1+ juvenielen, neer op 350 m² voor de eieren, 3750 voor het larvale stadium, 37500 m² voor het 0+ juveniele stadium en ca. 15.000 m² voor de 2+ juvenielen afkomstig van één ouderpaar.

5.13 Migratie

Dat de steur vrij moeten kunnen migreren van zee de rivieren op naar de paaiplaatsen en vice versa is al eerder aan de orde gekomen (paragraaf 3.3). Waar er barrières zijn in de rivieren om stroomopwaarts te migreren, zijn vispassages benodigd die voldoen aan de eisen van de soort, zoals ruimtelijke eisen die samenhangen met de grootte van de vis, voorkeur voor passeren via de bodem of pelagisch en het zwemvermogen. De eisen waar een vistrap voor de steur aan moeten voldoen komen aan de orde in paragraaf 7.1.4.

Ook hebben zowel volwassen als jonge steuren een vrije stroomafwaartse migratie nodig. Deze wordt soms belemmerd door o.a. waterkrachtcentrales. Maatregelen die genomen kunnen worden om de passage van WKC's te vergemakkelijken komen ook aan de orde in paragraaf 7.1.4.

6 Achteruitgang en bedreigingen

Het gaat slecht met bijna alle steursoorten. Met name in Eurazië zijn de aantallen van de verschillende steursoorten dramatisch afgenomen (o.a. Birnstein *et al.*, 1997, Billard & Lecointre, 2001). Behalve *A. oxyrinchus* en *A. transmontanus* zijn alle steursoorten op de Internationale Rode Lijst (IUCN) vermeld als kwetsbaar, bedreigd of ernstig bedreigd (<http://www.redlist.org/>).

Acipenser sturio wordt in zijn gehele verspreidingsgebied beschouwd als bedreigd en wordt nog maar zelden aangetroffen. Deze achteruitgang is al meer dan 100 jaar aan de gang, en in sommige gebieden al langer.

6.1 Oorzaken van achteruitgang en bedreigingen

In de meeste gebieden waren meerdere factoren verantwoordelijk voor de achteruitgang van de soort. Vaak wordt de grote visserijdruk (op volwassen en juveniele steuren) als een van de belangrijkste factoren genoemd (Mohr, 1952; Kinzelbach, 1987, Elvira *et al.*, 1991, Birnstein *et al.*, 1997). Andere factoren zijn: de vervuiling van het water, migratiebarrières en de vernietiging van paai- en opgroeihabitat, scheepvaart, de aanwezigheid van exoten, etc. (Rochard *et al.*, 1990; Jakob, 1996; Birnstein *et al.*, 1997; Gessner 2000 en refs. in Gessner, 2000, Van Winden *et al.*, 2000). De levenscyclus van de steur en de lange duur voordat het dier geslachtsrijp is en de minder dan jaarlijkse reproductie maken de soort extra kwetsbaar. Genoemde bedreigingen worden hieronder afzonderlijk behandeld.

6.1.1 Visserij

Overbevissing was (en is) één van de grootste bedreigingen van de steuren, zeker als men daar ook de stroperij in meerekent (Birnstein *et al.*, 1997). Al sinds mensenheugenis is de goede smaak van kaviaar en het vlees van de steur bekend, in Griekse geschriften van 500 voor Christus wordt al vermeld dat geen diner compleet is zonder steur (Luk'yanenko *et al.*, 1999). Er werd voornamelijk jacht gemaakt op paairijpe vrouwtjessteuren. Toen in de loop van de tijd de vangsten van paairijpe steuren begon terug te lopen, ging men vaak intensiever vissen op jonge steuren, wat vaak de doodklap betekende voor een populatie (o.a. Fernández-Pasquier, 1999). In sommige landen werd wel met behulp van regelgeving (bijv. minimum maat, maaswijdte netten) getracht de soort te behoeden voor de ondergang, maar meestal liep men achter de feiten aan (Gessner, 2000).

De Atlantische steur wordt heden ten dage niet meer doelbewust bevist, maar komt nog wel als bijvangst in de netten van beroepsvissers (meestal op zee) terecht, waarbij een deel dood gaat. Uit onderzoek van Rochard *et al.* (1997) bleek dat bij de toevallige vangst van steuren op zee 57% doodging en 8% gewond raakte.

De bodem van de Noordzee wordt al vele decennia intensief bevist door de boomkorvisserij (Van Winden *et al.*, 2000), waarbij een op de bodem

foeragerende vis als de steur een aanzienlijk risico loopt om (als bijvangst) gevangen te worden.

Ook op de Nederlandse rivieren zijn de visrechten vrijwel overal uitgegeven aan beroeps- en sportvisserij. Het is wel zo dat het aantal beroepsvissers in de loop van de 20^e eeuw sterk is gedaald, maar dat wil nog niet zeggen dat de visserijdruk ook gedaald is, mogelijk is deze zelfs gestegen door toename van de vangstinspanning. Dit laatste geldt zeker voor het IJsselmeer, waar ook diverse andere vissoorten sterk zijn achteruitgaan.

Daarnaast kan de sportvisserij een rol spelen (er schijnen zelfs hengelaars te zijn die zich specialiseren op het vangen van steuren).

6.1.2 Migratiebarrières

Als gevolg van het toenemende vervoer van goederen over het water begon men in de 19e eeuw stuwen en sluizen aan te leggen, zodat rivieren continu bevaarbaar werden. Later kwam daar de aanleg van waterkrachtcentrales en stuwdammen (niet in Nederland) voor de energievoorziening bij. Ook werden steeds meer dijken, dammen en oeverversterkingen als middel tegen overstroming aangelegd (o.a. de Deltawerken). Al deze kunstwerken verhinderen de vrije migratie van zee naar de rivier en omgekeerd, die nodig is voor het voltooiën van de levenscyclus van de steur. Daarnaast zorgen veel ingrepen ervoor dat de rivierbedding uniformer werd, waar de variatie in de habitats afnam. In de laatste decennia zijn wel een groot aantal vispassages aangelegd (o.a. in kader van het project Zalm 2000), in paragraaf 7.3.1 wordt hier verder op ingegaan.

Waterkrachtcentrales (WKC's)

Deze WKC's vormen behalve een belemmering voor stroomopwaarts migrerende vis (die kan worden opgelost door de aanleg van een vispassage), ook een belemmering voor de stroomafwaarts migrerende vis. De vissen komen daarbij nl. vaak in de turbines terecht, met een grote kans op verwonding of zelfs de dood. Voor vissen met een grotere lengte kan het percentage beschadiging in sommige turbines oplopen tot tientallen procenten. Om de stroomafwaarts migrerende vissen om deze WKC's te leiden zijn visgeleidingssystemen en bypasses (vrij afstromende omleidingen) nodig.

6.1.3 Vernietiging paai- en opgroeihabitat

Door verschillende handelingen in de rivieren zoals grind- en zandwinning, soms ook uitbaggering van ondiepe delen van rivieren, of juist verslibbing van grindbodems, samenhangend met een afname van de stroomsnelheid (bijv. door hydrologische ingrepen), het bedijken en versterken van oevers en kanalisering is er voor gezorgd dat veel van het paai- en opgroeihabitat van de Atlantische steur verloren ging (Castelnaud *et al.*, 1991; Jakob, 1996; Lepage *et al.*, 2000).

Zelfs nu wordt er nog grindwinning in het Gironde estuarium overwogen, wat een groot risico voor de overleving van de soort kan betekenen (Lepage *et al.*, 2000).

6.1.4 Waterverontreiniging

Vanaf 1800 begon de vervuiling van de rivieren met afvalproducten afkomstig van de industrie, de huishoudens en de landbouw steeds grotere vormen aan te nemen. Vanaf de jaren zeventig van de 20^e eeuw is de vervuiling van de rivieren in West-Europa afgenomen. Volgens Jakob (1996) is er geen reden om aan te nemen dat de waterkwaliteit van de Rijn nu nog een beperkende factor zou kunnen zijn voor vissen. Voor wat betreft de microverontreinigingen zou dit echter anders kunnen zijn. Er komen nog geregeld nieuwe stoffen bij en er wordt meer bekend over bestaande/bekende stoffen, zoals de effecten van bijvoorbeeld gechloroerde koolwaterstoffen (zoals PCB's) en hormoonontregelende stoffen.

In Oost-Europa en Rusland heeft de vervuiling waarschijnlijk een belangrijke rol in de achteruitgang van *A. sturio* gespeeld. Van de Russische steur in de Kaspische Zee en de Wolga is uit de jaren tachtig een verschijnsel bekend dat "spieratrofie" wordt genoemd. Hierbij degenerereert bepaald spierweefsel en wordt vervangen door vet en bindweefsel. Men denkt dat veroorzaakt wordt door een cumulatieve toxicose, als gevolg van de toenemende vervuiling (refs. in Khodorevskaya *et al.*, 1997). Ook komen in deze wateren als gevolg van de ophoping van zware metalen allerlei afwijkingen bij steuren voor.

6.1.5 Exoten

In de Nederlandse binnenwateren (meest rivieren) jaarlijks circa enkele tientallen steurvangsten gemeld. Het gaat daarbij, voor zover bekend en juist gedetermineerd (zo goed als) altijd om exotische steursoorten, zoals *A. baerii* en *A. gueldenstaedtii* en soms om *A. ruthenus*.

In Midden-Europa is er een ook grote toename van het aantal vangsten van exotische steursoorten (o.a. Gessner *et al.*, 1999; Arndt *et al.*, 2000, 2002). Er worden steeds meer exotische soorten aangetroffen en *A. sturio* vangsten zijn sterk in de minderheid (zie Figuur 6.1). De exotische soorten die in Nederlandse, Duitse en Poolse kust- en binnenwateren worden gevangen zijn o.a. *Acipenser baerii* en *A. gueldenstaedtii*.

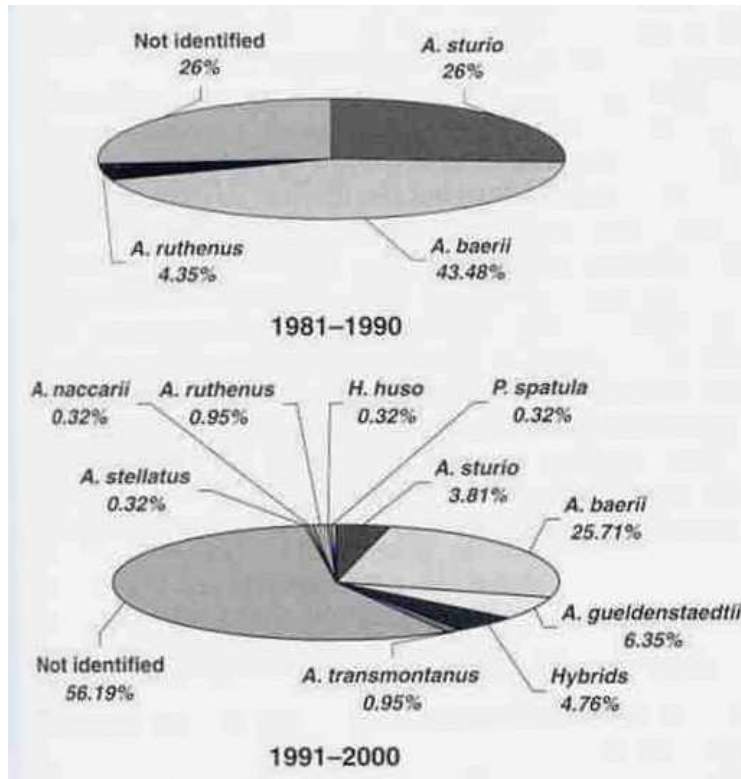
Er is een samenhang tussen de meest gekweekte en in o.a. tuincentra en aquariumwinkels verhandelde soorten en welke soorten in het wild gevangen worden. Steuren groeien hard en zijn na korte tijd zo groot, dat ze niet meer te handhaven zijn in aquarium of tuinvijver.

De exotische steuren komen voornamelijk in de natuurlijke wateren terecht door ontsnapping uit viskwekerijen of vrijlating door aquarium- of tuinvijverhouders.

Eind 1999 is er bijvoorbeeld in de Gironde in Frankrijk tijdens een storm met springvloed een groep *A. baerii* ontsnapt uit een kwekerij. Het ging om circa 45 000 dieren, waarvan er circa 8000 niet teruggevangen zijn (Guerra, 2001B).

Deze exotische soorten kunnen om verschillende redenen een bedreiging vormen voor de inheemse steur. Ten eerste kunnen ze ziekten meenemen en introduceren, daarnaast kan competitie om voedsel of habitat met de inheemse soort plaatsvinden en ten derde kan er hybridisatie van de soorten optreden (genetische vervuiling).

Daarnaast zouden deze exotische soorten zich zelfs kunnen gaan voortplanten (Gessner *et al.*, 1999). Tot nu toe is er in de Noordzee en de Oostzee echter nog geen natuurlijke reproductie van exotische steursoorten waargenomen (Kirschbaum *et al.*, 2003)



Figuur 6.1 Verandering in soortensamenstelling in steurvangsten in Poolse, Duitse en Nederlandse kust- en binnenwateren tussen 1981 en 2000 (Arndt *et al.*, 2002).

6.1.6 Aquacultuur

Het kweken van andere soorten (of populaties uit andere geografische regio's) en hybriden kan het voortbestaan van *A. sturio* bedreigen. In de commerciële aquacultuur wordt veel gekweekt met vruchtbare hybriden. Bij ontsnapping levert dit het zelfde risico als de ontsnapping van exoten. Het kunstmatig kruisen van individuen van *A. sturio* uit verschillende geografische gebieden kan de biodiversiteit binnen de soort achteruit doen gaan.

Het uitzetten van gekweekte individuen met een afwijkend genoom, kan een risico opleveren voor de restpopulatie die nog in een gebied aanwezig is (Birnstein *et al.*, 1997).

Als laatste kan het vangen van Atlantische steuren voor aquacultuur-doel-einden (bijvoorbeeld voor kaviaarproductie) ook een bedreiging vormen voor de grootte, de genetische variatie en het voortbestaan van de plaatselijke populatie en de soort.

6.2 Kennisleemtes en overige bedreigingen

Het gebrek aan kennis (en versnippering van kennis) op bepaalde gebieden kan ook een bedreiging vormen voor het behoud en herstel van de (Atlantische) steur. Ten behoeve van een betere bescherming en beheer van de steur is noodzakelijk deze kennisleemtes te onderkennen zodat hieraan meer aandacht kan worden besteed.

De belangrijkste punten lijken daarbij:

- kennis van precieze paaiplaatsen en paaihabitat;
- kennis van precieze opgroeiplaatsen en gedrag van de juvenielen;
- kennis van de huidige verspreiding van de soort op de rivieren en zee;
- risico's van (over)bevissing;
- kennis van beschikbaar biotoop in het estuarium en op zee;
- gevoeligheid voor microverontreinigingen en scheepvaart;
- kennis van genetische aspecten – zijn er nog Atlantische steuren over in ons gebied;
- passeerbaarheid van de bestaande barrières op de rivieren via aangelegde vistrappen en visgeleidingssystemen;
- gevoeligheid voor wijziging samenstelling macrofauna / andere voedseldieren;

(o.a. Guerri, 2001B)

Er is nog een reeks andere factoren die de steuren blootstellen aan bepaalde risico's. Deze variëren van basale problemen zoals problemen met het definiëren van de soortgrenzen tot het uit elkaar houden van soorten (Birnstein *et al.*, 1997).

Steuren zijn extra gevoelig voor sterfte en kunnen zich niet snel (in aantal) herstellen, vanwege de lange duur voor de geslachtsrijpheid en omdat de vrouwtjes zich niet elk jaar kunnen voortplanten.

6.3 De achteruitgang en oorzaken in verschillende gebieden

6.3.1 Nederland

De historie van de steurvisserij gaat ver terug: al uit de Romeinse tijd zijn er waarnemingen en ook vrij veel uit de Middeleeuwen (o.a. Van Winden *et al.*, 2000). Waarschijnlijk was de vangst van een steur voor de rivier-vissers in Nederland altijd al bijzonder en men was verplicht de vangst aan de landheren aan te bieden (zie ook kader op de volgende bladzijde). In 1306 werd bijvoorbeeld al vastgelegd dat alle steur die in het IJ, in Krommenie of Limmen wordt gevangen aan niemand anders toekomt dan de graaf van Holland.

In het Nederland werd in het verleden intensief op Atlantische steur gevestigd (Verhey, 1949; Mohr, 1952). De vis werd met name gevangen in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse wateren, de Zuiderzee, de IJssel bij Kampen, de Dollard, de Waddenzee en de Noordzee. De steurvisserij was waarschijnlijk nooit de enige broodwinning, aangezien de vangsten nooit massaal waren (o.a. Verhey, 1949)

Anekdoten

De tiende vis van steur en zalm

In de Middeleeuwen was het verplicht voor de vissers elke tiende steur (en zalm) aan de adellijke heren af te leveren. Uit diverse overleveringen blijkt dat zowel de "peelmoes" (kaviaar) als de "rumbus" (veel gebruikte naam voor de steur), geliefd voedsel was in die tijd (meer dan zalm), waar tsaren, koningen, edelen en burgemeesters zich graag te goed deden en waar fors geld voor werd betaald (Lobregt & Van Os, 1977).

Kamper steuren

In tegenstelling tot zalm die na vangst meteen een klap met de klomp kreeg, mocht een steur nooit direct gedood worden. Pieter van de Lek moest zijn vangst in 1321 al levend en wel naar Utrecht brengen. De steur kreeg een touw door de kieuwen, werd achter de boot gehangen en spartelend naar de tiendheffer of de afslag opgesleept. De kostbare kuit was bij een dode vis te gauw bedorven.

De burgers van Kampen wisten dat ook, maar met de techniek om een steur in leven te houden waren zij volgens de overlevering niet zo vertrouwd. Toen ze in de IJssel eens een knoert van een vis gevangen hadden, lieten ze na rijp beraad de steur weer los met een bel om de "nek", overtuigd dat ze hun prooi dan makkelijk konden lokaliseren, zogauw alle voorbereidingen op het grote feest getroffen waren. Van de vis met de bel is er geen spoor teruggevonden, maar de Kampenaren hielden er wel een leuke bijnaam aan over: tot in de verre omtrek werden ze "Steuren" genoemd, als iemand het nodig vond ze op de kast te jagen. Dit spotverhaal is waarschijnlijk uit jaloezie in de omliggende IJsselsteden ontstaan. In werkelijkheid waren de Kampenaren specialisten in de steurvisserij, die de beste exemplaren wisten te vangen.

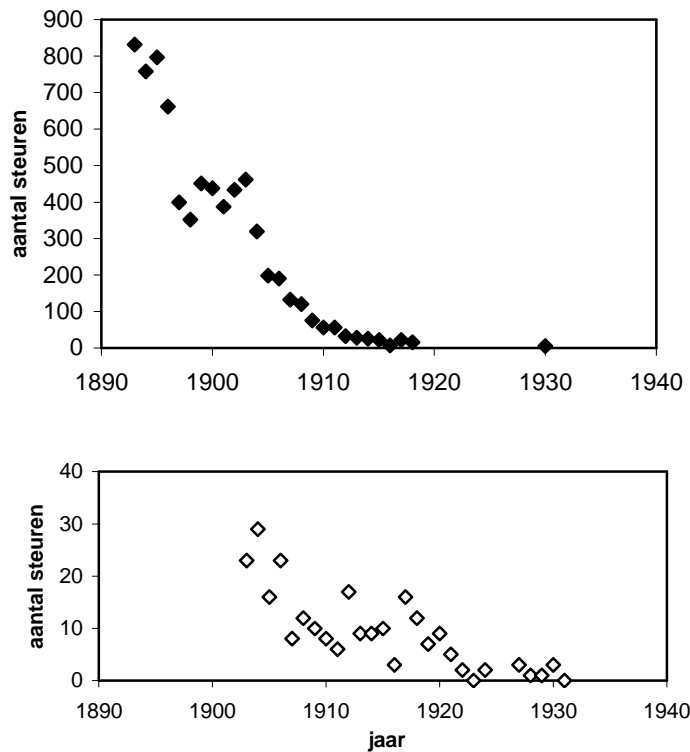
Bron: Lobregt & Van Os (1977)

Voor een uitgebreid overzicht van de visserij op en vangsten van steur in Nederland wordt verwezen naar Van Winden *et al.* (2000). Er zijn redelijk wat gegevens van vangsten en gegevens van afslagen uit de 18^e tot en met het eerste deel van de 20^e eeuw bewaard gebleven (o.a. Martens, 1992). Het zijn echter getallen die niet goed met elkaar vergelijkbaar zijn (van verschillende afslagen en wateren).

De indruk bestaat dat er in het gebied van de Biesbosch in de 18^e en 19^e eeuw ca. 250 tot 1200 steuren per jaar werden aangeland en dat er grote variatie was tussen de verschillende jaren. Incidenteel zijn er meldingen gemaakt van de vangst van duizenden steuren per jaar in dit gebied, maar de betrouwbaarheid van deze getallen is onduidelijk (o.a. Van Winden *et al.*, 2000).

In de hoogtijdagen van de steurvisserij in de 19^e eeuw, werden er in het Nederlandse Rijngebied jaarlijks nog ca. 800 steuren gevangen (Seligo, 1926 *in* Kinzelbach 1987; Mohr 1952).

De grote achteruitgang in de Rijn en het benedenrivierengebied begon al einde van de 19^e eeuw (Gessner, 2000), of volgens sommigen zelfs eerder.



Figuur 6.2 Aanvoer van steuren in het Kralingse Veer, Hardinxveld en Moerdijk (boven) (Mohr, 1952) en in de Nieuwe Merwede (Verhey, 1949) tussen 1890 en 1940 (onder).

In Figuur 6.2 is de afname van de steurvangsten in het benedenrivierengebied van de Rijn aan het einde van de 19^e en het begin van de 20^e eeuw weergegeven.

Sinds 1955 is de Atlantische steur op een incidentele vangst na uit de Nederlandse rivieren verdwenen. Daarna is de steur ook langs de kust zeldzaam geworden.

In de IJsselmonding zijn de vangsten al tussen de 17^e en de 19^e eeuw afgenomen. Rond 1600 werd in de IJssel nog aanzienlijk steur gevangen, maar in 1821 zou bij Kampen de laatste grote steur zijn binnengehaald (Lobregt & Van Os, 1977).

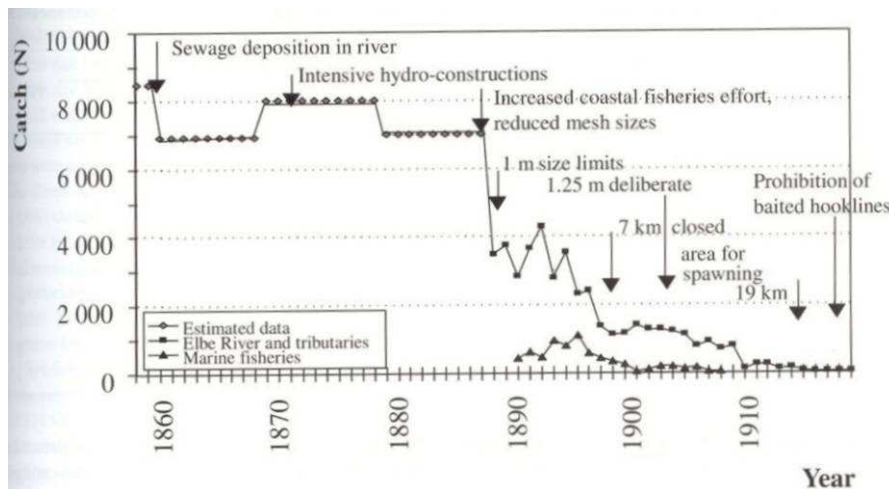
De vangtuigen die in Nederland werden gebruikt om steur te vangen waren zalmsteken, de zegen, drijfnetten en staand want. Voor een uitgebreide beschrijving van de vangtuigen en de wijze waarmee gevestigd werd wordt verwezen naar Van Winden *et al.* (2000). In de Elbe werd gevestigd met drijfnetten en staand want (Van Winden *et al.*, 2000). Na de vangst probeerde men de vis in leven te houden. Dit gebeurde vaak d.m.v. het zogenaamde "kulken": er werd een touw door de bek en kieuwen gehaald waarmee de vis werd vastgebonden en in het water bewaard.

Overbevissing wordt als hoofdoorzaak van de achteruitgang van de Atlantische steur in Nederland gezien; eerst de riviervisserij en later ook de kustvisserij op subadulte dieren. Daarnaast speelden de aantasting van de paaiplaatsen door rivierwerken, grindwinning en scheepvaart en de

toenemende vervuiling in de 19^e eeuw een rol (De Groot, 1992; Timmermans & Melchers, 1994; Mohr, 1952; Van Winden *et al.*, 2000).

6.3.2 Duitsland (en Polen)

Tot het einde van de 19^e eeuw kwam *A. sturio* voor in alle grote Duitse rivieren: de Elbe, de Weser en de Ems. Volgens de literatuur kwam de Atlantische steur destijds voor in de Vistula Rivier en de Oder (grens Polen / Duitsland) in Polen. Het is echter goed mogelijk dat het in de op de Oostzee uitmondende rivieren ging om *A. oxyrinchus* en niet om *A. sturio* (Ludwig *et al.*, 2002).



Figuur 6.3 De afname van de gevangen steur in de Elbe tussen 1850 en 1920 en de ontwikkelingen die ten tijde van deze neergang plaatsvonden (met pijlen)(Gessner, 2000).

In het begin van de 20^e eeuw daalden de populatiegroottes in de Duitse rivieren snel. Rond 1920 werd nog nauwelijks steur gevangen in de Elbe (Figuur 6.3)(Möller, 1991). De laatste restpopulatie werd waargenomen in de Eider tot eind jaren zestig van de 20e eeuw (Kirschbaum & Gessner, 2000). Sindsdien worden nog slecht incidenteel exemplaren gevangen in de Duitse rivieren (Spratte & Rosenthal, 1996, Kirschbaum *et al.*, 2003). De achteruitgang in Duitsland is een gevolg van een combinatie van vnl. overbevissing, hydroconstructie, achteruitgang waterkwaliteit en vernietiging van het paaihabitat (Kirschbaum *et al.*, 2003).

6.3.3 Frankrijk

In de meeste rivieren in Frankrijk was de Atlantische steur al in de 18^e of 19^e eeuw verdwenen. De achteruitgang in het Gironde systeem werd echter pas later zichtbaar dan in de meeste andere rivieren in Europa. De vangstaantallen in het Girondegebied zijn niet goed bijgehouden. De daling van de vangsten in de Gironde werd beschreven door Letaconnoux (1961 in Castelnaud *et al.*, 1991). In Rochelle werden in 1936 nog rond 276 steuren aangeland, in 1948 nog 120 en nog slechts 14 in 1956. Als oorzaken voor van deze afname kunnen worden genoemd: de te

intensieve visserij en stroperij, inadequate regelgeving, gebrek aan controle, degradatie van het habitat, waterverontreiniging en migratiebarrières (Castelnaud *et al.*, 1991; Pustelnik & Guerri, 2000)).

6.3.4 Zwarte Zee

De Atlantische steur is nooit algemeen geweest in de Zwarte Zee (refs. in Bacalbaşa-Dobrovici & Holcik, 2000). Aan het eind van de 19^e eeuw en in de eerste helft van de 20^e eeuw kwam de soort nog wel langs de hele kust van de Zwarte Zee voor, maar met name in het gebied van de Inguri en Rioni rivier (Georgië) aan de oostzijde van de Zwarte Zee. Paaigronden kwamen alleen voor in de Rioni en mogelijk vroeger in de Donau. In de 20^e eeuw is de populatiedichtheid drastisch afgenomen tot naar schatting enkele honderden exemplaren (Bacalbaşa-Dobrovici, 2000; Kolman & Zarkua, 2002.).

In de Rioni kon de steur in het verleden 150 km optrekken vanaf de zee. Na de aanleg van een stuwmeer (jaren zeventig van de 20^e eeuw) was nog slechts 90 km optrekbaar. Mogelijk maken de steuren gebruik van een aantal zijrivieren, die in dit onderste deel van de Rioni uitmonden. De oorzaken van de achteruitgang van de steur in de Zwarte Zee liggen in het verdwijnen van paaiplaatsen, het verdwijnen van de mogelijkheden om de paaiplaatsen te bereiken, instabiele hydrologische omstandigheden en de intensieve stroperij (Kolman & Zarkua, 2002).

6.3.5 Ladogameer/Rusland

Ook in Rusland is de Atlantische steur voor zover bekend nooit heel algemeen geweest. Gedurende de 20^e eeuw is het aantal vangsten in de Finse Golf, de Neva Rivier en het Ladogameer afgenomen. In 1985 werd in het meer de laatste steur gevangen. Waarschijnlijk is de achteruitgang van de steur behalve door overbevissing, te danken aan de toenemende watervervuiling, speciaal van de Neva Rivier (Barannikova & Holčík, 2000).

6.3.6 Spanje/Portugal

Ooit kwam de Atlantische steur voor in een tiental rivieren in Spanje en Portugal. Nu is de Guadalquivir rivier de enige waar de steur nog niet geheel is uitgestorven. De laatste gevangen steur dateert echter al weer van 1992 (vrouwje van 210 cm) (Elvira & Almodova, 1993; Almaça & Elvira, 2000). Volgens Fernández-Pasquier (1999) ligt de oorzaak behalve in de aanleg van een stuwdam stroomafwaarts van het oorspronkelijke paaigebied ook aan de kwetsbaarheid van de soort voor droge jaren met laag water en weinig stroming in het estuarium, en overbevissing van de (subadulte) dieren.

Ook hier was overbevissing de hoofdreden van de achteruitgang van *A. sturio*. Daarnaast speelde ook de aanleg van dammen (zonder geschikte vispassages) een belangrijke rol (bijv. in de Douro), zand- en grindwinning en mogelijke verslechtering van de waterkwaliteit in de Guadiana (Almaça & Elvira, 2000).

6.3.7 Griekse wateren.

De Atlantische steur was in de Evros Rivier (Egeïsche Zee) tot 1975 van economisch belang; er was een kleine kaviaar industrie. Daarna is de soort zeldzaam geworden door overbevissing, vervuiling en intensieve scheepvaart (Economidis *et al.*, 2000).

6.4 Bedreiging andere steursoorten

De andere steursoorten in Europa, Azië en Noord-Amerika worden over het algemeen door dezelfde factoren bedreigd als *Acipenser sturio*: overbevissing, stroperij, migratiebarrières die de paaimigratie onmogelijk maken, wijzigingen in de morfologie en hydrologie van rivieren (stroomsnelheid, temperatuur, bodemsamenstelling) en soms extreme watervervuiling. De volgorde van belang van de verschillende factoren varieert per gebied. Voor bepaalde soorten kunnen verandering van de saliniteit ook een rol spelen (diverse artikelen geschreven bij het symposium Sturgeon Biodiversity and Conservation in 1997 *in Environmental Biology of Fishes* 48).

7 Beheer, herstel en behoud

In het vorige hoofdstuk zijn de bedreigingen van de Atlantische steur uitvoerig aan de orde geweest. In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan de mogelijkheden voor beheer: eerst wordt ingegaan op de verschillende type maatregelen voor behoud en herstel en daarna worden de bestaande programma's van maatregelen behandeld. Daarna wordt ingegaan op de mogelijkheden voor herstel van de Atlantische steur in de Rijn.

7.1 Typen beschermende maatregelen

In deze paragraaf worden de verschillende typen maatregelen die in het verleden en heden worden toegepast voor het herstel en de bescherming van de steur behandeld en verder toegelicht voor zover nodig:

- Regelgeving (visserij) en handhaving
- Kweek, kunstmatige reproductie, herintroductie (aquacultuur)
- Herstel habitats
- Aanleg/verbeteren vispassages, verwijderen migratiebarrières
- Terugdringen watervervuiling
- Onderzoek m.b.t. kennisleemtes, bijv. merken en volgen van steuren, bestuderen gedrag
- Samenwerking (internationaal)
- Herstelplannen, beheerplannen
- Brede bekend- en bewustmaking

7.1.1 Regelgeving

Tot en met halverwege de 20^e eeuw bestonden de maatregelen om de soort te beschermen voornamelijk of alleen uit visserijbeheermaatregelen. Het gaat daarbij om:

- regels voor een minimale maat
- regels voor een minimale maaswijdte van het vangnet
- gesloten gebieden
- gesloten seizoenen
- verboden vangtuigen

Door Gessner (2000) worden de maatregelen zoals die destijds werden genomen voor het gebied van de Elbe en de Gironde opgesomd. De genomen maatregelen bleken niet effectief.

Pas daarna toen de achteruitgang van de Atlantische steur al ver gevorderd was, werd in een aantal landen een compleet verbod op de visserij ingesteld (Polen 1932, Georgië 1967, Frankrijk 1982, Spanje 1983, Duitsland ?). De vangstverboden werden echter onvoldoende bekend gemaakt aan de visserij (en gecontroleerd), zodat nog steeds steuren werden gevangen en verhandeld. Ook voorlichting en controle van de visserij zijn nodig om de negatieve effecten van visserij te beperken (Waldman 2000).

7.1.2 Aquacultuur

Wanneer de populatie zich in een bepaald gebied niet meer in stand kan houden kan men zijn toevlucht nemen tot de het kweken onder gecontroleerde omstandigheden (hier wordt niet de commerciële viskweek met als doel vlees of kaviaar bedoeld). In de literatuur wordt ook wel gesproken van *ex situ* conservation – het houden en laten reproduceren van levende steur in viskwekerijen als middel ter behoud van de soort (Billard & Lecointre, 2001).

Men kan de volgende aspecten onderscheiden:

- kunstmatige reproductie met in het wild gevangen ouderdieren of gekweekte exemplaren (evt. met hormoonbehandeling)
- het opkweken van jonge in het wild gevangen Atlantische steuren of in door reproductie in gevangenschap verkregen juvenielen;
- kruisen van Atlantische steuren uit verschillende watersystemen en uitzetten;
- cryopreservering sperma;
- terugzetten van in gevangenschap gekweekte dieren in eigen (native) watersysteem, of in een ander watersysteem;

Hierbij zijn een aantal kanttekeningen te maken:

- Behoud van genetische diversiteit - Men moet voorzichtig zijn met het vermengen van geografisch verschillende populaties of misschien zelfs al met het vermengen van exemplaren uit verschillende rivieren en aan de andere kant moet men inteelt proberen te voorkomen;
- Het gaat om kunstgrepen die niet overal en altijd werken; bijvoorbeeld: jarenlang is het uitzetten van in gevangenschap opgegroeide jonge steuren (verkregen uit kunstmatige reproductie met wilde ouderdieren) gebruikt om populaties te onderhouden, bijvoorbeeld bij de Belugasteur (*Huso huso*) op de Wolga. Sinds het eind van de jaren tachtig is het echter zo moeilijk geworden om ouderdieren van de soort te vangen, dat deze nu ernstig bedreigd wordt. Vanwege de aanleg van dammen is het onmogelijk geworden voor de Belugasteur om de paaigronden te bereiken. De genoemde maatregel bleek dus alleen een korte termijn oplossing te zijn.
- Het bewaren en op een later moment kunnen gebruiken van sperma van de steur, kan een belangrijk instrument zijn in het behoud van de soort. Men is er ondertussen in geslaagd het sperma van de Atlantische steur (van in het wild opgegroeide mannetjes) met behulp van cryopreservering te bewaren. Men kon met dit sperma na ontdooiing eitjes van de sterlet (*A. ruthenus*) bevruchten met bij na gelijk bevruchtingspercentage als met vers sterlet sperma (resp. 38 en 43%)(Kopeika *et al.*, 2000).
- Ook zijn er nog een aantal problemen met de kweektechnieken: bijv. het laten rijpen van vrouwtjes in gevangenschap, of problemen bij het acclimatiseren bij het overzetten van aquacultuur naar het natuurlijke water en omgekeerd (zie ook Williot *et al.*, 1997).
- Alvorens over te gaan tot het uitzetten/herintroduceren van de steur moet wel worden nagegaan of wordt voldaan aan de richtlijnen van de IUCN, the World Conservation Union (zie ook

<http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/reinte.htm>). De oorzaak van uitsterven moet bijvoorbeeld zijn weggenomen.

Zowel in Duitsland als in Frankrijk is men bezig met een kweekprogramma voor de Atlantische steur. Hierbij probeert men de genetische heterogeniteit zo hoog mogelijk te houden / krijgen en inteelt te voorkomen (Kirschbaum *et al.*, 2003).

7.1.3 Herstel habitats

Bij herstel habitats kan men denken aan:

- herstel van/uitbreiding van /constructie van paaiplaatsen;
- uitbreiden van opgroeihabitat zoals door de aanleg van nevengeulen of het aantakken van zijwateren;
- herstel hydromorfologie van de rivier: natuurlijke oevers, stroomsnelheid, bodemsamenstelling, etc.

7.1.4 Aanleg/verbeteren vispassages, slechten migratiebarrières

Bij het aanleggen van vispassages moet rekening worden gehouden met de specifieke eigenschappen van de steur, zoals zijn bijzonder grote formaat. Daarnaast moet men in gaten houden dat een steur (net al veel andere trekvissoorten) niet één, maar een hele reeks vispassages moet kunnen passeren om de paaiplaatsen te bereiken.

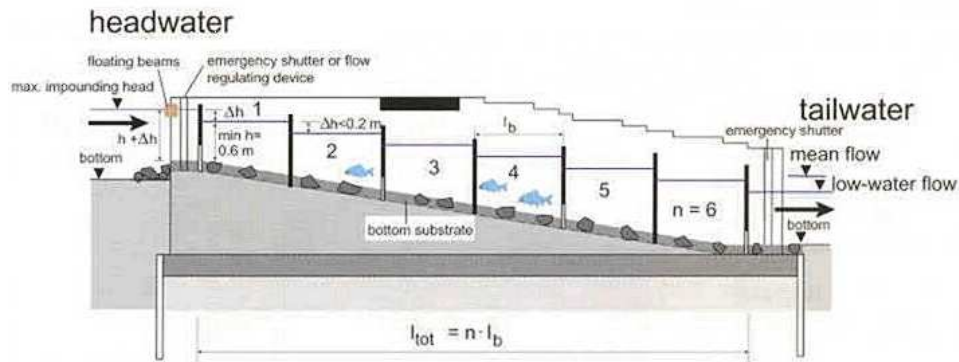
In een rapport van de FAO in samenwerking met het Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (FAO/DVWK, 2002 -welke verwijzen naar een Russisch onderzoek) zou een geschikte vispassage (bekkenvistrap) voor de steur de volgende dimensies moeten hebben (zie Tabel 7.9 en Figuur 7.1).

Tabel 7.9 Aanbevolen dimensies van een bekkenvistrap die geschikt is voor steur.

Lengte per bekken (l_b)	5 - 6 meter
Breedte bekken (b)	2,5 - 3 meter
Waterdiepte (h)	1,5 - 2 meter
Dimensies van bekkenopeningen	1,5 meter breed, 1 meter hoog
Debiet	2,5 m ³ /s
Max. (water)niveaueverschil tussen bekkens (Δh)	0,2 meter.

Peake *et al.* (1997) hebben voor *Acipenser flavescens* onderzocht hoe de zwemcapaciteit kan worden berekend en kan worden gebruikt voor het ontwerp van geschikte vispassages.

Mogelijkheden om de schade bij de stroomafwaartse migratie te beperken bij WKC's kunnen bestaan uit het aanleggen van een alternatieve route (bypass) en een fysieke barrière die de vis belet de WKC turbine in te gaan, afweren van vis door middel van niet fysieke barrières, zoals licht geluid, of bellenscherm, of het tijdelijk stilleggen van de centrale in migratieperioden.



Figuur 7.1 Lengtedoorsnede door een bakkenvistrap (schematisch)(uit: FAO, DVWK, 2002).

De overige typen maatregelen die werden genoemd bij paragraaf 7.1 behoeven geen verdere toelichting.

7.2 Bestaande programma's

Tot 1990 werden de pogingen om de soort te beschermen en te redden alleen op nationaal niveau uitgevoerd. Daarna werden de projecten meer internationaal ingestoken.

7.2.1 Initiatieven in Frankrijk

In Frankrijk is het instituut CEMAGREF (Centre National de Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et des Forêts) al sinds 1980 bezig met een herstelprogramma voor de Atlantische steur (o.a. Guerri 2001B). Het doel van het project was een verklaring te vinden voor de achteruitgang van de soort, het mobiliseren van de betrokken partijen (autoriteiten, beheerders, wetenschappers en de visserij) en beschermende maatregelen te formuleren.

In 1993 is het project opgenomen in het LIFE programma van de Europese Unie.

Het project bestond uit 2 fasen: de eerste van 1994-1997, de tweede van 1998-2001.

Het project bestaat uit een aantal onderzoeken en deelprojecten op het gebied van: het kweken van steur (o.a. reproductietechnieken), habitatonderzoek (o.a. paai- en opgroeigebieden), het volgen van gemerkte steuren, onderzoek naar de biologie en populatiedynamica van de soort, het zoeken van partners en samenwerking in Europa, het onderzoek van de mogelijkheden om steuren uit te zetten in andere Europese rivieren, een publiciteitscampagne om de problematiek onder de aandacht brengen en het beperken van sterfte bij steuren in (bij)vangsten.



Figuur 7.2 Gemerkte *Acipenser sturio* (100 gram, 30 cm) uit de Gironde, Frankrijk (Uit: Williot, 1991).

Kweekprogramma: Tussen 1981 en 1991 werd een aantal steuren gevangen en gehouden om mee verder te kweken. Zowel in 1981 als in 1985 lukte het om een paar zich succesvol te laten voortplanten, maar de larven konden niet in leven worden gehouden, waarschijnlijk door verkeerd voedsel. In 1995 werden kort na elkaar en geslachtsrijp mannetje en vrouwtje gevangen en dit leidde tot bevruchting. Door tussentijdse kweekexperimenten met de Siberische steur (*A. baerii*) had men nu wel kennis van het geschikte voedsel en lukte het wel om de larven in leven te houden. Een deel van de juvenielen, ca. 9000 stuks, heeft men uitgezet, verspreid over de Garonne en Dordogne. Een ander deel is opgekweekt in gevangenschap.

Ook is er onderzoek gedaan aan de populatie in de natuurlijke situatie. In de loop van de jaren zijn er meer dan 2300 steuren gemerkt en bijna 900 een of meer malen teruggevangen.

Om de problematiek van de Atlantische steur onder de aandacht te brengen van de bevolking worden exposities en conferenties gehouden in de plaatsen langs de Gironde en worden informatiebulletins verspreid over scholen in de regio.



Figuur 7.3 Vangst van een *Acipenser sturio* (8 kilo, 140 cm) bij een visserijonderzoek in de Gironde, Frankrijk (uit: Williot, 1991).

7.2.2 Initiatieven in Duitsland

Tot circa 1990 achtte Duitsland herstel van de steur niet haalbaar, maar in 1994 richtten wetenschappers en viskwekers het "Gesellschaft zur Rettung des Störs *Acipenser sturio* L." op. Deze groep wilde de verschillende herstelmaatregelen voor *A. sturio* in Duitsland gaan coördineren. Er werd een programma gestart. Het Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in Leibniz ontving in 1996 40 juveniele steuren van het CEMAGREF in Frankrijk om een kweek/voortplanting-/onderzoeksprogramma (*ex-situ*) mee te beginnen. Deze dieren zijn verkregen uit kunstmatige reproductie in 1995 (Kirschbaum & Gessner, 2000; Williot *et al.*, 2000).

Daarnaast wordt de autoecologie van de soort, genetische aspecten en de endocriene regulatie van de geslachtrijping bestudeerd. Tevens wordt gekeken naar de herstel mogelijkheden van de steur in de rivieren de Elbe

en de Oder. Het IGB werkt samen met andere instituten in Duitsland en Polen en wil ook gaan samenwerken met Roemenië en Georgië (Kirschbaum & Gessner, 2000; Kirschbaum *et al.*, 2003).

De dieren die men in Duitsland in gevangenschap kweekt zullen naar verwachting over enkele jaren de geslachtrijpe leeftijd bereiken. Men wil de nakomelingen van deze vissen gebruiken om (individueel gemerkt) uit te zetten (Kirschbaum *et al.*, 2003).

Sinds de publicatie van Ludwig *et al.* (2002) realiseert men zich echter dat voor de rivieren in Duitsland en Polen die uitmonden in de Oostzee *Acipenser oxyrinchus* en niet *A. sturio* de oorspronkelijke soort is, naar welk herstel men zou moeten streven. De Atlantische steuren zal men dus alleen willen/kunnen uitzetten in de Elbe of de Rijn.

7.2.3 Initiatieven in overige landen

Gessner (2000) geeft een overzicht van de verschillende herstellpogingen in verschillende landen in Europa. Het gaat daarbij om: "broodstock development"- opkweken van dieren voor de voortplanting in gevangenschap, "ex-situ measures" - vangst van dieren in het wild en opkweken onder gecontroleerde omstandigheden, "experimental restocking" - vrijlaten van kunstmatig opgekweekte vis onder wetenschappelijk toezicht, habitatonderzoek, habitatherstel, "restocking"- vrijlaten van juvenielen na kunstmatige reproductie, "stock assessment" - bestands-schattingen, "stock enhancement" - ondersteuning oorspronkelijke populatie door "restocking".

In Rusland is een kweekprogramma gepland, maar omdat er geen levende exemplaren meer gevangen worden, is het onmogelijk dit op te starten (Barannikova & Holčík, 2000). De landen om de Oostzee hebben in 1997 gezamenlijk een project gestart binnen HELCOM (de Helsinki Commissie) ten behoeve van het behoud en herstel van de Atlantische steur in de Oostzee (zie <http://www.helcom.fi/helcom/projectsmeetings.html#sturgeon>).

Na het recente onderzoek van Ludwig *et al.* (2003), waaruit bleek dat in de Oostzee voornamelijk *A. oxyrinchus* voorkwam i.p.v. *A. sturio* zullen herstelprogramma's in de omliggende landen moeten worden heroverwogen. Daarnaast zijn er in Roemenië, Georgië, Hongarije en Zweden projecten gepland. Voor Spanje is de situatie niet helemaal duidelijk. In Nederland is er in 2000 (literatuur)studie uitgevoerd door Wereld Natuur Fonds Nederland naar de kansen voor de herstel van de Atlantische steur in de Rijn (Van Winden *et al.*, 2000), gevolgd door een workshop (2001, op nationaal niveau), waar informatie is uitgewisseld door een aantal organisaties. In 2004 is bij de OVB een project gestart om te achterhalen of er nog Atlantische steur in Nederland aanwezig is. Indien dat het geval is, zouden deze vissen eventueel de basis kunnen zijn van een kweek- en herintroductieprogramma in Nederland.

7.2.4 Herstelprogramma's met *Acipenser oxyrinchus*

A. oxyrinchus wordt over het algemeen gezien als een zeer nauw verwante zustersoort van *A. sturio* en lijkt zowel morfologisch als ecologisch veel op *A. sturio*. Het verspreidingsgebied van deze soort ligt grotendeels aan de oostkust van Noord-Amerika en sinds kort is bekend

dat deze soort ook in de Oostzee voorkomt. Op dit moment staat de soort *A. oxyrinchus* er beter voor dan *A. sturio*. Gerichte visserijonderzoeken, uitgebreide genetische analyse, gebruik van anekdotische informatie, verbeteren van kweekmogelijkheden en kunstmatige reproductie, experimentele uitzettingen van juvenielen en fundamenteel onderzoek aan de life history hebben daaraan bijgedragen (Waldman, 2000).

Uit de ervaring met het herstelprogramma voor *A. oxyrinchus* voor het herstel van *A. sturio* is gebleken dat het belangrijk is om

- kennis te hebben van de beperkende factor in een gebied;
 - kennis te hebben van (bijvoorbeeld de omvang en verspreiding van) de vroegere en huidige populaties;
 - kennis te hebben van kweektechnieken, welke zeer belangrijk zijn voor herstelprogramma's;
 - te monitoren ter evaluatie van maatregelen.
- (Bain *et al.*, 2000 en Waldman, 2000)

7.3 Is de Rijn geschikt voor terugkeer van de Atlantische steur?

7.3.1 Voorwaarden voor herstel van de soort

Voor een kansrijk herstelprogramma dient het watersysteem aan een aantal voorwaarden te voldoen. De volgende vragen dienen positief beantwoord te kunnen worden:

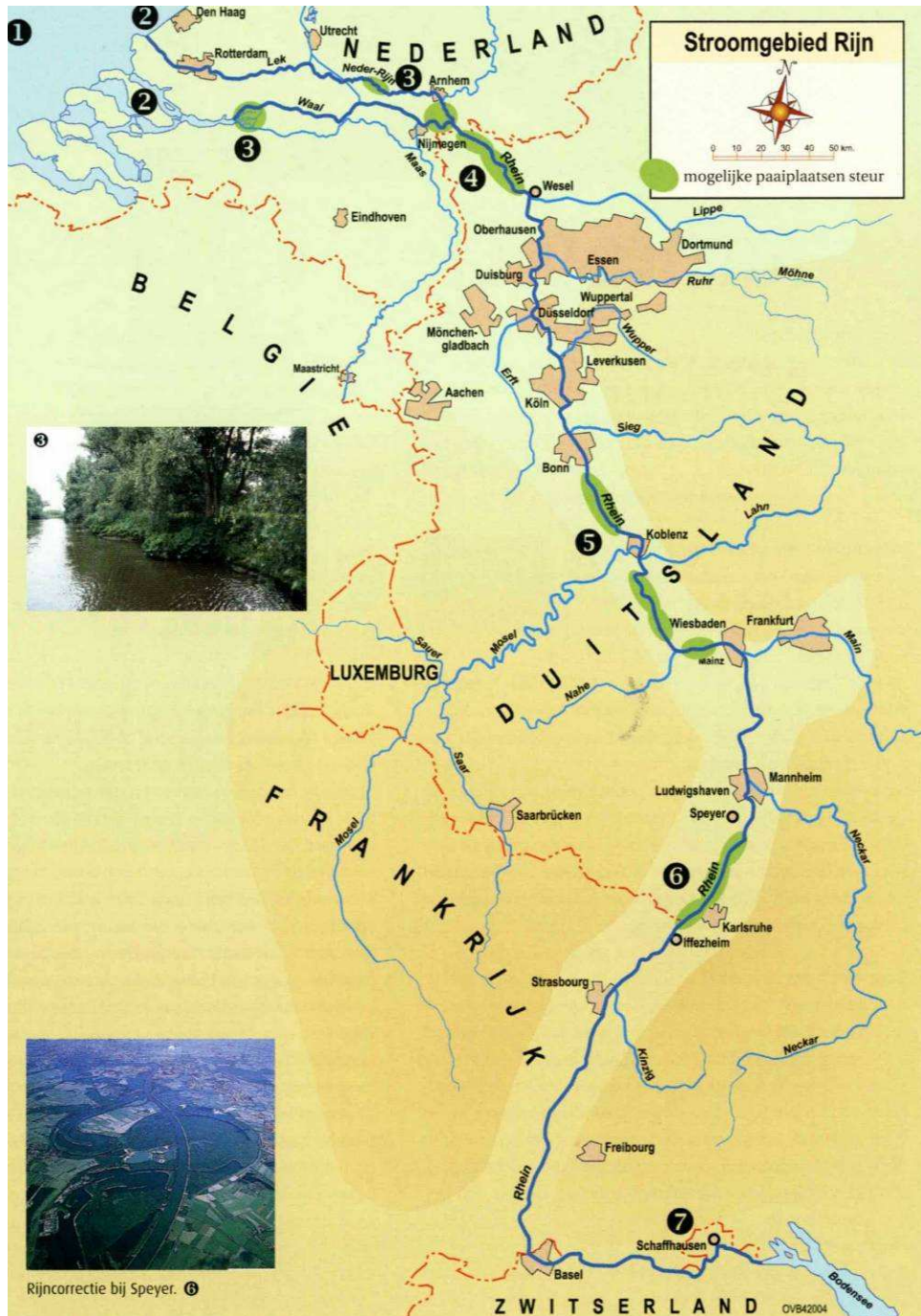
1. Is er (voldoende oppervlak) van geschikt paai- en opgroei habitat?
2. Is er voldoende voedsel aanwezig?
3. Is het risico op sterfte door vangst voldoende klein?
4. Is de migratieroute tussen zee en paaigronden voldoende passeerbaar?
5. Heeft het estuarium een voldoende geleidelijke overgang tussen zoet en zout?
6. Is de waterkwaliteit voldoende?
7. Kan een soortherstelprogramma door middel van kweek en uitzetting worden uitgevoerd?
8. Wordt de soort niet bedreigd of verdrongen door exoten en hybriden?
9. Is er voldoende nationale en internationale afstemming?
10. Zijn de herstellingspogingen/projecten en de penibele positie van de steur bekend bij de visserij en de waterbeheerders, maar ook bij het publiek?

In de volgende paragrafen worden de bovenstaande vragen uit voor de Rijnsysteem behandeld. Aangezien het mondingsgebied van de Rijn in Zuid-Holland en Zeeland is verweven met dat van de Maas wordt de Maas ook ten dele besproken. De vragen die met nee worden beantwoord of vormen knelpunten voor de terugkeer van de Atlantische steur in de Rijn.

1. Is er (voldoende oppervlak) geschikt paai- en opgroei habitat?

Paailocaties

In de Rijn zijn 4 potentiële paai- en opgroei gebieden (Kinzelbach, 1987; Van Winden *et al.*, 2000) die voldoen aan de eisen voor stroomsnelheid, afvoerregime in het voorjaar, grootte van de grindfractie, schuilplekken voor larven en diepte (incl. kuilen) (daarnaast verwacht men ook dat het voedsel geen beperking vormt):



Figuur 7.4 Stroomgebied van de Rijn, met in groen aangegeven de mogelijke paai- en opgroeiplaatsen voor de steur.

- In het bovenstroomse gebied tussen het Franse Iffezheim (eerste stuw, 700 km van de monding) en Speyer (Kinzelbach, 1987; Van Winden *et al.*, 2000);
- Tussen Bingen en Bonn (doorsnijding Leisteengebergte)(Kinzelbach 1987; Van Winden *et al.*, 2000);
- In de Duitse Niederrhein stroomafwaarts van Wesel, met name km 828-838 en in iets mindere mate km 820-828 (Jakob, 1996);
- In Nederland tussen de Nederlands-Duitse grens en Nijmegen (de Nederlandse Bovenrijn) en tussen Nijmegen en Tiel (de Waal) en eventueel de Biesbosch (Van Winden *et al.*, 2000).

Slechts een klein aandeel van de steuren zou verder stroomopwaarts migreren dan de Duitse Niederrhein (Kinzelbach, 1987). Sommigen beweren dat de steur indertijd ook gepaaid heeft ter hoogte van de Biesbosch of nabij het Kampereiland. Volgens o.a. De Groot (1992) is dit niet waarschijnlijk en hij stelt dat dit gebied waarschijnlijk nooit heeft voldaan aan de eisen die de steur stelt aan zijn paaihabitat. Volgens Van Winden is dit voor de afsluiting van het Haringvliet in principe wel mogelijk geweest in de met zoet water gevulde geulen van de Benedenrivieren, op plaats waar de bodem bestond uit grind. Dit kan in ieder geval niet worden uitgesloten.

Opgroeigebied

Als de larven stroomafwaarts bewegen is het de vraag tot waar en of ze daar een geschikt opgroeigebied aantreffen, omdat niet precies bekend is wat de jonge steuren nodig hebben. Wat wel bekend is dat de eerste levensstadia andere voedselisen hebben dan latere levensstadia en dat ze gevoeliger zijn voor omgevingsfactoren zoals verontreinigingen en temperatuur (Buddington, 1991).

Van de Garonne en de Dordogne is bekend dat er als gevolg van het hoge zuurstofgehalte er een overvloedig rijke fauna in de grindbeddingen voorkomt (Trouvery *et al.*, 1984).

In de Rijn lijken plaatsen de buiten de hoofdgeul, zoals stromende nevengeulen met glooiende oevers meer geschikt zijn voor de jonge steuren. Ook voor de jonge exemplaren van andere stroomminnende vissoorten, zoals barbelen en kopvoorns, zijn deze nevengeulen een belangrijk foerageergebied gebleken (Simons *et al.*, 2001). Het aantal nevengeulen langs de Rijn en daarmee het oppervlak van dit type habitat is de laatste tijd aanzienlijk uitgebreid.

Het is ook mogelijk dat de jonge steuren zich laten afzakken tot het zoetwatergetijdengebied bijv. de rietmoerassen van de Biesbosch. Tussen het riet is er voor de jonge steur veel voedsel te vinden, en de vegetatie biedt beschutting tegen predatoren. Het gedeelte van de Biesbosch dat bereikbaar is vanuit de rivier is vergroot sinds de opening van de Engelse dam (Van Winden *et al.*, 2000).

Benodigd oppervlak

Ondanks vele onzekerheden wordt hier getracht een globale schatting te maken van benodigd areaal voor het duurzaam in stand houden van een populatie van de Atlantische steur in de Golf van Biskaje en de Noordzee (Gironde, Elbe, Rijn) voorkomt.

Het benodigde oppervlak voor het duurzaam in stand houden van een populatie is te berekenen (zie paragraaf 5.12). Uitgaande van een minimale levensvatbare populatie van 1000 paren dan komt men op een benodigd paaioppervlak van 35 ha, 375 ha voor de larven, 3750 ha voor de 0+ juvenielen en 1500 ha voor de 2+ juvenielen.

Over het algemeen gaat men er vanuit dat het benodigd paaigebied de beperkende factor is. Daarom wordt hier een schatting gemaakt van het oppervlak beschikbaar paaigebied.

Jego *et al.* (2002) hebben laten zien dat er in het Garonne-Dordogne systeem 24 potentiële paailocaties zijn met een totaal oppervlak van 67.3 ha, wat op zich al voldoende zou moeten zijn voor het in stand houden van de populatie.

Voor wat betreft de Rijn: Jakob (1996) doet geen uitspraken over het beschikbaar oppervlak Duitse Niederrhein. Hij geeft wel aan dat er paaigebied is en in welke zone dat is: het gebied tussen km 828 en 838. Een globale schatting dat 10% van deze zone, voor 20% van de rivierbedding (ca 65 m; de diepere buitenbocht, buiten de vaargeul) geschikt zou zijn, geeft een geschikt oppervlak van 6.5 ha. Dit zou in principe voldoende oppervlak moeten zijn voor ca. 130 paaiende steurpaartjes. Er wordt nogmaals benadrukt dat het hier om een zeer globale schatting gaat.

Van de andere potentiële paailocaties in de Rijn is nog minder van bekend (geen oppervlak te berekenen). De Rijn alleen lijkt niet voldoende voor het in stand houden van een populatie, maar samen met de Garonne / Dordogne zou er theoretisch voldoende oppervlak voor een paaiende populatie zijn.

2. Is er voldoende voedsel aanwezig?

Het menu van juveniele steuren bestaat voornamelijk uit (borstel)-wormen, larven van aquatische insecten, Crustacea (schaaldieren) en molluscan (weekdieren). Ervan uitgaande dat steuren niet eten wat abundant voor handen is vormt de aanwezige benthische fauna in de Duitse Rijn die als voedsel moet dienen voor de steur, geen belemmering volgens Jakob (1996). Hij stelt dat de soortensamenstelling weliswaar is veranderd in de loop van de tijd door de invasie of introductie van exotische soorten en het verdwijnen van andere soorten, maar dat de gewenste diergroepen nog steeds aanwezig zijn.

In de hoofdgeul van de Nederlandse Rijn is de variatie aan biotopen gering. Behalve op de stenen kribben zijn er niet zoveel geschikte plaatsen waar benthische macrofauna zich kan vasthechten. In de plaatsen buiten de hoofdgeul, zoals nevengeulen, oude rivierarmen en plassen die in open verbinding staan met de rivier zijn de omstandigheden voor macrofauna gunstiger, dat is o.a. gebleken voor de jonge exemplaren van andere vissoorten die een vergelijkbaar menu hebben als de jonge steur.

Volgens Van Winden *et al.* (2000) is de biomassa van de macrofauna in de Rijn in de twintigste eeuw sterk afgenomen, maar bij verbetering van de waterkwaliteit en wanneer het aantal aantakkingen, nevengeulen en andere wateren die in open verbinding staan met de Rijn verder wordt uitgebreid zal de totale hoeveelheid voedseldieren toenemen. Er zijn geen aanwijzingen dat de hoeveelheid voedsel voor de juveniele steur een groot knelpunt is.

3. Is het risico op sterfte door vangst voldoende klein?

Eerder in dit rapport werd al aangegeven dat overbevissing een van de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van de Atlantische steur is. Volgens Jakob (1996) vormen de visserijdruk en de scheepvaart (in de Duitse benedenloop van de Rijn) geen belemmering voor de terugkeer van de steur, maar dat lijkt discutabel. Zoals al eerder besproken (paragraaf 6.1.1) wordt op de Nederlandse Rijn en Rijntakken, IJsselmeer en de Noordzee druk gevestigd door de beroeps- en sportvisserij. Zoals eerder vermeld is gebleken dat bij de vangst van steuren op zee meer dan helft dit niet overleefde. Gezien ook de lange duur alvorens de steur geslachtsrijp wordt, lijkt de kans dat een steur wordt gevangen (en dat niet overleeft) voor deze zich kan voortplanten aanzienlijk. Er zijn niet voldoende gegevens beschikbaar om deze kans te kwantificeren. Men zou dit kunnen onderzoeken door het volgen van gemerkte steuren.

4. Is de migratieroute tussen zee en paaigronden voldoende passeerbaar?

Momenteel vormen de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal (eind jaren negentig in open verbinding met zee) in het drukke Rotterdamse Havengebied de enige vrije passages tussen zee, de Waal en de Rijn. Het is voor de steur dan ook van groot belang dat de Haringvliet opengaat. In principe zou de steur ook via de IJssel en het IJsselmeer van en naar zee kunnen migreren, maar tot op heden vormt de Afsluitdijk een barrière. In het kader van het project [ES]2 – Afsluitdijk (ES=Extra Spui) zal hier echter een vispassage worden aangelegd (Polman, 2003).

De Rijn is via de Waal vrij optrekbaar. Wanneer de optrekbaarheid van de Rijn wordt vergeleken met die van de Elbe, dan blijkt dat de Elbe al een stuwdam heeft op 150 km van de monding (weliswaar met vispassage) terwijl de Rijn (via de Waal) in principe 700 km vrij optrekbaar is, namelijk tot Iffezheim.

In de andere tak van de Rijn (de Nederrijn en Lek) en ook de Maas worden vispassages aangelegd welke over het algemeen zijn berekend op de maten en de eisen van de zalm. Volgens Kranenbarg & Bakker (2002) zijn de vispassages in de Maas daarom niet optrekbaar voor de steur.

Wanneer echter een vispassage in Lek (bij Hagestein) wordt vergeleken met de aanbevelingen voor de dimensies voor een vispassage voor de steur (FAO/DWVK, 2002) dan blijkt dat passage door de steur wel mogelijk is (zie Tabel 7.10). De vertical slot spleet zal voor grote steuren te smal zijn om te passeren, maar de vis kan daar wel bovenlangs. De andere (nieuwere) vispassages in het Nederlandse deel van de Rijn en Maas zijn ook in deze dimensies uitgevoerd. De optrek door de steur van de Nederlandse Rijn en Maas zou in theorie mogelijk moeten zijn.

De aanwezige waterkrachtcentrales vormen een probleem voor de stroomafwaartse migrerende vissen, met een aanzienlijk risico op verwondingen of dood bij passage van de turbine. In het Nederlandse deel van Rijn en Maas zijn er drie WKC's: Lith en Linne in de Maas en Maurik in de riviertak Nederrijn/Lek. Geen van deze WKC's heeft tot op heden een visgeleidingssysteem of bypass (Beijer, 2003).

Over de daadwerkelijke praktijk: passeert de vis de diverse (potentiële) barrières is weinig bekend. In het project "Migratie van de Atlantische steur" dat bij de OVB in voorbereiding is, zal worden gekeken naar de

mogelijkheden voor migratie van de steur in de Nederlandse rivieren en de passeerbaarheid van vispassages voor de soort.

Tabel 7.10 Vergelijking aanbevolen dimensies vispassage voor de steur, met de dimensie van de vispassage in de Lek bij Hagestein.

Dimensies	aanbevolen voor de steur (FAO/DWVK, 2002)	dimensies vispassage Lek bij Hagestein
Lengte per bekken (l_b)	5 - 6 meter	ca. 15 meter
Breedte bekken (b)	2,5 - 3 meter	10 meter
Waterdiepte (h)	1,5 - 2 meter	gemidd. 1,5 meter
Breedte bekkenopeningen	1,5 meter breed	vertical slot 0,3 meter, breedte daarboven 2,2 m *
Hoogte bekkenopening	1 meter hoog	vertical slot 0,92 m, daarboven ca. 0,6 m*
Debiet	2,5 m ³ /s	min. 1- max. 4 m ³ /s
Max. (water)niveaoverschil tussen bekkens (Δh)	0,2 meter	gemidd. 0,16 m

* een volwassen steur kan hoogstwaarschijnlijk niet via de smalle vertical slot passeren, maar wel in het water dat erboven staat.

5. Is er in het estuarium een voldoende geleidelijke overgang tussen zoet en zout?

Dit is vooral van belang voor de juveniele steuren die moeite hebben met de aanpassing aan (wisselende) zout(gehalten). De volwassen dieren die willen intrekken kunnen zich wel snel aanpassen. Sinds de aanleg van de Deltawerken in het mondingsgebied van de Rijn is het areaal geleidelijke zoet-zout overgang sterk afgenomen. Momenteel is er alleen in de Nieuwe Waterweg, het Hartelkanaal en de daarop aansluitende wateren (de Nieuwe en Oude Maas, en de Beneden- en Boven Merwede) een geleidelijke overgang tussen zoet en zout. In het Haringvliet, de Zeeuwse wateren en het IJsselmeer zijn de overgang abrupt

Of het bestaande zoet-zout overgang in het Rotterdamse Havengebied voldoet aan de eisen van de Atlantische steur is niet bekend. De zoutgradiënt is wel een stuk steiler dan bijvoorbeeld die in de Gironde (in Zuid-Holland is de invloed van zout water minder dan 30 km landinwaarts merkbaar, in de Gironde ca. 50 km) (Van Winden *et al.*, 2000).

In de nabije toekomst is voorzien dat in een aantal wateren maatregelen worden genomen zodat de zoet-zout overgangen in Nederland (ten dele) hersteld worden. Een belangrijke maatregel voor trekvisserij in het algemeen zal zijn dat de Haringvlietstuiven in 2005 op een kier worden gezet (De Leeuw & Backx, 2001). Daarnaast is bij de aan te leggen vispassage in de Afsluitdijk een zoet-zoutovergangsgebied gepland (Polman, 2003).

Het overgangsgebied tussen zoet en zout in Nederland zal hiermee sterk vergroot zal worden, maar of dat voldoende is voor de steur, valt nog niet te zeggen.

6. Is de waterkwaliteit voldoende?

De waterkwaliteit van de Rijn is de laatste drie decennia voor wat betreft een groot aantal aspecten enorm vooruitgegaan.

Het zuurstofgehalte bij Lobith bedroeg in 2001 gemiddeld 10,0 mg/l (minimum 7,4; maximum 12,3 mg/l)((RIWA, 2003)(tegen 4,4 mg/l in 1971) en vormt zelfs geen beperking meer voor het uitkomen van de eieren.

Ter hoogte van Lobith zijn in 2001 de zware metalen ongeveer een tiende van de gehalten eind jaren zeventig en het chloridegehalte is de laatste 10 jaar gehalveerd (in 2001 gemiddeld 86 mg/l (minimum 0 mg/l, maximum 143 mg/l). De mate van eutrofiëring lijkt niet direct van belang voor de Atlantische steur. De concentratie bestrijdingsmiddelen in de Rijn is nog wel steeds een bron van zorg. Van de precieze uitwerking op vissen is niet veel bekend.

Het calcium (Ca^{2+}) gehalte in de Rijn bij Lobith was in 2001 gemiddeld 45 mg/l (maximum 52 mg/l). Deze waarde is veel hoger dan de waarde waarbij *A. oxyrinchus* paait, zie paragraaf 3.4.8, maar hoe belangrijk dit voor *A. sturio* zou kunnen zijn is niet bekend.

Zoals al besproken in paragraaf 5.11 zouden de microverontreinigingen zouden nog steeds een probleem kunnen vormen voor de steur, omdat de stoffen zich ophopen in het lichaam en de vis een lange levensduur heeft. Er is hier echter onvoldoende over bekend.

7. Kan een soortherstelprogramma door middel van kweek en uitzetting worden uitgevoerd?

Gezien het zeer beperkte aantal vangsten van *A. sturio* in Nederland sinds 1950 lijkt de kans dat de populatie zich zonder ondersteuning herstelt miniem (o.a. Timmermans & Melchers, 1994). Dat voldoende dieren uit de Gironde de Rijn opzwemmen is niet waarschijnlijk.

Een andere mogelijkheid voor herstel is steuren uit te zetten. Het liefst zal men hiervoor dieren nemen die genetisch identiek zijn aan de dieren die oorspronkelijk voorkwamen in het Rijn-Maas-systeem. Hiertoe zou men in het wild gevangen exemplaren genetisch moeten screenen, kweken en de nakomelingen uitzetten.

Vragen die daarbij opkomen zijn: a. zijn er voldoende wilde dieren om het kweekprogramma mee op te zetten? en b: zijn de kweektechnieken voor *A. sturio* voldoende ontwikkeld?

Er is in Nederland is er nauwelijks of geen expertise met het in gevangenschap laten opgroeien en reproduceren van (Atlantische) steuren.

Bovendien lijken er dusdanig weinig ouderdieren te worden gevangen in het Rijn-Maassysteem om een programma op te zetten.

Een soortherstelprogramma lijkt niet iets dat Nederland alleen kan doen, ook al omdat de Rijn is een grensoverschrijdende rivier en de Atlantische steur migreert in een gebied dat groter is dan Nederland. Het ligt voor de hand dat Nederland samenwerking zoekt met Duitsland en Frankrijk en met deze landen overlegt over een herstelprogramma voor de Rijn. In Frankrijk en Duitsland heeft men wel de beschikking over kweektechnieken, hoewel met wisselend succes. Aangezien er een beperkt aantal dieren, nakomelingen van steur uit het Girondesysteem, beschikbaar is, moet worden afgewogen welke rivieren het meest in aanmerking komen voor uitzetting. Naast de Rijn komt ook de Elbe in aanmerking, hoewel nog onderzocht wordt of de ecologische condities en de historische paaigebieden voldoende zijn (Kirschbaum *et al.*, 2003). Behalve het uitzetten van steuren zal er natuurlijk moeten worden gemonitord.

8. Wordt herstel van de soort niet bedreigd door exoten en hybriden?

Zoals beschreven in paragraaf 6.1.5. blijken de steuren die aangetroffen worden in de Nederlandse rivieren vaak exotische soorten te zijn. De typen bedreigingen die deze dieren kunnen vormen voor de inheemse steur zijn ook reeds besproken. Hoewel nog geen voortplanting van deze uitheemse soorten is waargenomen, lijkt het niet onwaarschijnlijk dat deze dieren een herkolonisatie door/ herstel van de Atlantische steur zouden kunnen verhinderen, vanwege competitie om habitat en voedsel, mogelijke hybridisatie en het overbrengen van ziektes.

Mogelijke maatregelen die men hiertegen zou kunnen nemen zijn publieksvoorlichting geven over de gevolgen van het uitzetten van exotische steuren en als dat niet helpt een algeheel (Europees / CITES) verbod op handel in alle steuren.

9. Is er voldoende nationale en internationale afstemming?

Binnen Nederland is er geen platform zich bezighoudt met het behoud en herstel van de Atlantische steur. Het is van groot belang op korte termijn of een nieuw samenwerkingsverband op te zetten of een bestaande samenwerkingsverband uit te breiden. Mogelijk zou het Interdepartementaal Zalmoverleg, zijn aandachtsgebied kunnen verbreden naar andere trekvissoorten.

Een andere mogelijkheid is het instellen van een nieuw platform, waarin de politiek, de visserij, de natuurbeschermingsorganisaties, wetenschappers en waterbeheerders overleggen over de mogelijkheden voor fondswerving, onderzoek en maatregelen ten gunste van het behoud en herstel van de Atlantische steur in de Nederlandse rivieren.

Er is momenteel ook nog geen internationale samenwerking met de Duitse en Franse (en mogelijk Belgische) instituten die zich bezighouden met het herstel van de Atlantische steur. Herstel van de Atlantische steur in de Rijn kan alleen succesvol zijn als er (lange termijn) internationale samenwerking is tussen Duitsland, Nederland (mogelijk België) en Frankrijk. Mogelijk vormt de internationale riviercommissie IKSR voor de Rijn (en eventueel ICBM voor de Maas) een goed platform om de steur onder de aandacht te brengen.

10. Zijn de herstpogingen/projecten en de penibele positie van de steur bekend bij de visserij en de waterbeheerders, maar ook bij het publiek?

Bekendheid bij het grote publiek, de visserij, de politiek en de waterbeheerders is van belang voor het redden van de steur. Waarom is dat belangrijk?

Uit Frans onderzoek is gebleken dat van de toevallige vangsten van steuren op zee en ook wel in de binnenwateren een groot deel sterft. Er worden door argeloze vijverbezitter nog steeds exotische steuren uitgezet in het buitenwater. De OVB heeft, om aandacht te vragen voor de Atlantische steur, de soort verkozen tot Vis van het jaar 2004. Er wordt een speciale uitgave over de Atlantische steur gemaakt en breed verspreid binnen de visserijsector en de waterbeheerders.

7.3.2 Conclusies

In de vorige paragraaf is getracht te beantwoorden of aan de voorwaarden wordt voldaan voor herstel van de Atlantische steur in de Rijn.

Opvallend is dat er veel onzekerheden blijken zijn. Onzekerheden over onder andere of er voldoende paai-, opgroei- en foerageergelegenheid is. Grootste knelpunten lijken de kans op vangst (en sterfte) van de steur voordat deze de gelegenheid heeft gekregen zich voort te planten, de beperkte zoet-zoutovergangen, migratieproblematiek (met name stroomafwaarts), bedreiging door exoten, de geringe bekendheid, het ontbreken van nationale en internationale afstemming en daadkracht.

Er zal actie ondernomen moeten worden om herstel van de Atlantische steur in de Rijn mogelijk te maken. Daarmee zal niet lang gewacht moeten worden omdat het ernaar uitziet dat de mogelijkheden voor herstel van de Atlantische steur steeds kleiner worden.

7.3.3 Vervolgacties en aanbevelingen voor herstel van de steur in de Rijn

Onderstaand wordt een aantal acties en aanbevelingen opgesomd welke belangrijk worden geacht om herstel van de Atlantische steur mogelijk te maken:

- *(Inter)nationaal overleg*: Instellen van (een) overlegplatform(s) op nationaal en internationaal gebied (of een bestaand platform ervoor interesseren) voor de Rijn. Met deze partners moet een herstelprogramma worden opgesteld en uitgevoerd;
- *Verbeteren van migratiemogelijkheden en zoet-zout overgangen*: op een kier zetten Haringvlietsluizen, vispassage en zoet-zout overgang bij de Afsluitdijk. Geen aanleg nieuwe waterkrachtcentrales. Aanleg visgeleidingssystemen en bypasses. Eventueel zolang stilleggen bestaande waterkrachtcentrales;
- *Regelgeving visserij en handel*: beperken visserijdruk op landelijk en Europees niveau. Beperken handel van andere steursoorten dan *A. sturio* (de exoten) op internationaal niveau;
- *Voorlichting*: Bekendheid geven aan publiek - o.a. ontmoedigen vrijlaten exotische steuren, aanmoedigen melding vangsten steuren, voorlichting over hoe te handelen bij vangst;
- *Onderzoek*: onderwerpen zijn onderzoek naar migratiemogelijkheden, habitatonderzoek, genetisch onderzoek aan gevangen steuren en verbeteren kweek- en kunstmatige reproductietechnieken.

Verklarende woordenlijst

anadroom	- vissoorten die het grootste deel van hun volwassen leven doorbrengen in het zoute water en voor de paai de rivieren optrekken
diadroom	- vissoorten die periodiek migreren tussen rivieren en zee, over grotere afstand
fecunditeit	- het aantal eieren dat het vrouwtje van de vissoort per jaar produceert (relatieve fecunditeit – aantal eieren per kilo lichaamsgewicht)
gonado-somatische index	- aandeel het gewicht van de gonaden op het totale lichaamsgewicht
heterocercaal	- staartvin met ongelijke lobben, de bovenste lob is groter dan de onderste, de wervelkolom loopt door in de bovenste vin
land-locked populatie	- een populatie van een van origine trekkende vissoort die opgesloten is in een binnenwater en niet meer in staat is te migreren naar zee
littoraal	- nabij de oever of kust
potamodroom	- periodiek migrerend binnen rivieren, over grotere afstand
spiraculum	- een ademhalingsopening tussen het oog en de eerste kieuspleet
tetraploidie	- het in viervoud voorkomen van de chromosomen (in tegenstelling tot het meer algemene diploïd of tweevoudig voorkomen van de chromosomen), polyploidie is het in meer dan tweevoud voorkomen van de chromosomen

Verwerkte literatuur

- Almaça, C. 1988. On the sturgeon, *Acipenser sturio*, in the Portuguese rivers and sea. *Folia Zoologica* 37(2):183-191.
- Almaça, C. & B. Elvira. 2000. Past and present distributio of *Acipenser sturio* L., 1758 on the Iberian Peninsula. *Boletín Instituto Español de Oceanogr.* 16 (1-4) 11-16.
- Arndt, G.M., J. Gessner, E. Anders, S. Spratte, J. Filipiak, L. Debus & K. Skora. 2000. Predominance of exotic and introduced species among sturgeons captured from the Baltic and North Seas and their watersheds, 1981-1999. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) 29-36.
- Arndt, G.M., J. Gessner & C. Raymakers. 2002. Trends in farming, trade and occurrence of native and exotic sturgeons in natural habitats in Central and Western Europe. *Journal of Applied Ichthyology* 18, 444-448.
- Artyukhin, E. & P. Vecsei. 1999. On the status of Atlantic sturgeon: conspecificity of European *Acipenser sturio* and North American *Acipenser oxyrinchus*. *Journal of Applied Ichthyology* 15: 35-37. E
- Bacalbaşa-Dobrovici & Holčík, 2000. Distribution of *Acipenser sturio* L., 1758 in the Black Sea and its watershed. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) 37-41.
- Bain, M., N. Haley, D. Peterson, J.R. Waldman & K. Arend. 2000. Harvest and habitats of Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus* Mitchell, 1815 in the Hudson River estuary: Lessons for sturgeon conservation. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) 43-53
- Barannikova, I.A. & J. Holčík. 2000. Past and present distribution of *Acipenser sturio*. L., 1758 in Russia, and problems involving its restoration. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) 55-59.
- Beijer, K. 2003. Vis laten lijden of geleiden? Een beoordeling van de effectiviteit van visgeleidingssystemen voor Nederlandse waterkrachtcentrales. *Wetenschapswinkel Biologie, Universiteit Utrecht.*
- Bemis, W.E., E.K. Findeis, & L. Grande. 1997. An overview of Acipenseriformes. *Environmental Biology of Fishes* 48: 25-71.
- Berg, L.S. 1948. *Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries: deel. 1.* 4th edition improved and augmented. IPSR Press, 1962.
- Billard, R. & G. Lecointre. 2001. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 10 (4) 355-392.
- Birnstein, V.J. & W.E. Bemis. 1997. How many species are there within de the genus *Acipenser*? *Environmental Biology of Fishes* 48: 157-163.
- Birnstein, V.J., W.E. Bemis & J.R. Waldman. 1997. The threatened status of acipenseriform species: a summary. *Environmental Biology of Fishes* 48: 427-435.
- Birnstein, V.J. & P. Doukakis. 2000. Molecular analysis of *Acipenser sturio* L., 1758 and *Acipenser oxyrinchus* Mitchell, 1815: A review. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) 61-73.
- Boreman, J. 1997. Sensitivity of North American sturgeons and paddlefish to fishing mortality. *Environmental Biology of Fishes* 48: 399-405.

- Brosse, L., M Lepage & P. Dumont. 2000. First results on the diet of the young Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 in the Gironde estuary. Boletín Instituto Español de Oceanografía 16 (1-4) 75-80.
- Brosse, L. 2003. Caracterisation des habitats des juvéniles désturgeon européen, *Acipenser sturio*, dans l'estuaire de la Gironde. Thesis, Université Paul Sabatier, Toulouse.
- Buddington, R.K. 1991. Ontogenic development of sturgeon selected physiological examples. In : Actes du premier colloque international sur l'esturgeon, 3-6 octobre 1989. Williot, P. (ed.). pp. 53-64.
- Campbell, J.G. & Goodman, L.R. 2004. Acute sensitivity of juvenile shortnose sturgeon to low dissolved oxygen concentrations. Transactions of the American Fisheries Society 133: 772-776.
- Carvalho, G.R. & T.F. Cross. 1998. Enhancing fish production through introductions and stocking: genetic perspectives. In: Cowx, I. (ed.) Stocking and introduction of fish. Fishing News Books. pp. 329-337.
- Cassou-Leins, F. & J.J. Cassou-Leins. 1981. Recherches sur la biologie et l'halieutique des migrateurs de la Garonne et principalement de l'Alose (*Alosa alosa* L.). Proefschrift, Institut National Polytechnique de Toulouse.
- Castelnaud, G., E. Rochard, P. Jatteau & M. Lepage. 1991. Données actuelles sur la biologie d'*Acipenser sturio* dans l'estuaire de la Gironde. In : Actes du premier colloque international sur l'esturgeon, 3-6 octobre 1989. Williot, P. (ed.). pp. 251-275.
- CITES. 2001. CITES Identification guide - Sturgeons and Paddlefish : Guide to the identification of sturgeon and paddlefish species controlled under the Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora / CITES(Convention of International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). Genève(Internationaal) : Secretariaat CITES, 2001. ISBN 0-660-61641-6.
- CEMAGREF, 1995. Présence presse (1994-1995) : Restauration de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* / CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts) - Bordeaux (Frankrijk).
- Chapman, F.A., R.L. Swallow & S.I. Doroshov. 1987. Ovarian cycle of white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). In: Reproductive physiology of Fish 1987. Third International symposium on reproduction of fish, 2-7 august 1987. St. John's, Newfoundland, Canada. Idler, D.R. (ed). p.196.
- CITES.2001. Forty-Fifth meeting of the Standing Committee Paris (France), 19-22 June 2001 / CITES (Nederland) : Secretariaat CITES.
- Cohen, A. 1997. Sturgeon poaching and black market caviar: a case study. Environmental Biology of Fishes 48: 423-426.
- Düver, W. (red). 2001. Der Stör : *Acipenser sturio*; Fisch des Jahres 2001. Verband Deutscher Sportfischer e.V. Offenbach am Main, Duitsland.
- EC. 1992. Richtlijn 92/43/EEG van de Raad van 21 mei 1992 inzake de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna. EC European Community (Habitatrichtlijn).
- Economidis, P.S., E. Th. Koutrakis & D.C. Bobori. 2000. Distribution and conservation of *Acipenser sturio* L., 1758 and related species in Greek waters. Boletín Instituto Español de Oceanografía 16 (1-4) 81-88.

- Elvira, B., A. Almodóvar & J. Lobón-Cerviá. 1991A. Sturgeon (*Acipenser sturio* L. 1758) in Spain, the population of the river Guadalquivir : A case history and a claim for a restoration programme. In: Williot, P. (ed.) *Acipenser* : Actes du premier colloque international sur l'esturgeon, 3-6 octobre 1989, CEMAGREF, Bordeaux. ISBN 2-85362-208-8. pp. 337-347.
- Elvira, B., A. Almodóvar & J. Lobón-Cerviá. 1991B. Recorded distribution of sturgeon (*Acipenser sturio* L., 1758) in the Iberian Peninsula and actual status in Spanish waters. *Archives of Hydrobiology* 121(2): 253-258.
- Elvira, B & A. Almodóvar. 1993. Notice about the survival of sturgeon (*Acipenser sturio* L. 1758) in the Guadalquivir estuary (S.W. Spain). *Archives of Hydrobiology* 129 (2) 253-255.
- Elvira, B. (ed.) 2000. Symposium on conservation of the Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 in Europe. Madrid and Sevilla, Spain, 6-11 september 1999. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) 1-254 (themanummer).
- Fernández-Pasquier, V. 1999. *Acipenser sturio* L., in de Guadalquivir river, Spain. Water regulation and fishery as factors in stock decline from 1932-1967. *Journal of Applied Ichthyology* 15: 133-135.
- Fernández-Pasquier, V. 2000. *Acipenser sturio* in the Guadalquivir river. *Bol. Inst. Esp. de oceanogr.* 16 (1-4) pp 109-116.
- FAO. 1981. Conservation of the genetic resources of fish : Problems and recommendations. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Fisheries Technical Paper 217. ISBN 92-5-101173-7.
- FAO/DVWK. 2002. Fish passes. Design, dimensions and monitoring. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome/ Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. ISBN 92-5-104894-0.
- Gerstmeier, R. & T. Romig. 1998. *Zoetwatervissen van Europa*. Tirion uitgevers bv. Baarn. ISBN 90 5210 369 0.
- Gessner, J., L. Debus, J. Filipiak, S. Spratte, K.E. Skora & G.M. Arndt. 1999. Development of sturgeon catches in German and adjacent waters since 1980.
- Gessner, J. 2000. Reasons for the decline of *Acipenser sturio* L., 1758 in central Europe, and attempts at its restoration. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) : 117-126.
- Groot, S.J. de. 1992. Herstel van riviertrekvisseren een realiteit? 6. De steur. *De Levende Natuur*, 93 (1):14-18.
- Guerri, O. 1999. Sauvegarde et restauration de l'esturgeon européen : Rapport d'etape juillet 1998 – octobre 1999. CEMAGREF / E.P.I.DOR/ SMEPAG. Bordeaux, Frankrijk.
- Guerri, O. 2001A. Sauvegarde et restauration de l'esturgeon européen : Présentation générale du projet. CEMAGREF / E.P.I.DOR / SMEPAG. Bordeaux.
- Guerri, O. 2001B. Sauvegarde et restauration de l'esturgeon européen : Rapport d'etape 2, 1er juillet 1998 - 15 avril 2001. CEMAGREF / E.P.I.DOR/ SMEPAG. Bordeaux.
- Hellerman, E.M. (ed.) 2003. Population genetics. Principles and applications for fisheries scientists. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. ISBN 1-888569-27-1.

- Hochleithner, M. 1996. Störe (Acipenseriformes) ; Verbreitung, Lebensweise, Aquakultur. Ratgeber Österreichischer Agrarverlag Wolfsberg (Internationaal) : Theiss, Wolfsberg. ISBN 3-7040-1261-0.
- Holčík, J. (ed.).1989. The freshwater Fishes of Europe. General introduction to fishes / Acipenseriformes. Freshwater Fishes of Europe vol. 1, part II. AULA-Verlag, Wiesbaden. ISBN 3-89104-431-3.
- Holčík, J., R. Kinzelbach, L.I. Sokolov & V.P. Vasil'ev. 1989. Acipenser sturio Linnaeus, 1758. In: The freshwater Fishes of Europe. General introduction to fishes / Acipenseriformes. Vol. 1, part II. Holčík, J. (ed.). AULA-Verlag, Wiesbaden. ISBN 3-89104-431-3.
- Holčík, J. 2000. Major problems concerning the conservation and recovery of the Atlantic sturgeon. Boletín Instituto Español de Oceanografía 16 (1-4) 139-148.
- IUCN/SSC. 1995. IUCN/SSC guidelines for re-introductions. Approved by the 41st meeting of the IUCN Council, Gland Switzerland, May 1995. The World Conservation Union / Species Survival Commission. (<http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/reinte.htm>).
- Jakob, E. 1996. Das Potential des Unteren Niederrheins als Laich- und Bruthabitat des europäischen Stör *Acipenser sturio*. LÖBF (Landesanstalt für Ökologie, Bodenverordnung und Forsten Nordrhein Westfalen). Kirchhundem, Duitsland.
- Jego, S., C. Gazeau, P. Jatteau, P. Elie & E. Rochard. 2002. Les frayères potentielles de l'esturgeon Européen *Acipenser sturio* L. 1758 dans le bassin Garonne-Dordogne. Méthodes d'investigation, état actuel et perspectives. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture 365/366 : 487-505.
- Kinzelbach, R. 1987. Das ehemalige Vorkommen des Störs, *Acipenser sturio*, (Linnaeus, 1758), im Einzugsgebiet des Rheins (Chondrostei: Acipenseridae). Z. Angewandte Zool. 74: 167-200.
- Kirschbaum, F. & J. Gessner. 2000. Re-establishment programme for *Acipenser sturio* L., 1758: The German approach. Boletín Instituto Español de Oceanografía 16 (1-4) 149-156.
- Kirschbaum, F. & J. Gessner. 2002. Perspektiven der Wiedereinbürgerung des Europäischen Störs, *Acipenser sturio* L., im Einzugsgebiet der Elbe. Z. für Fischkunde Suppl. band 1. (2002) 217-232.
- Kirschbaum, F., A. Ludwig, J. Gessner, E. Hensel, S. Würtz, W. Kloas & P. Williot. 2003. Restoration of the European sturgeon, *Acipenser sturio* L., in Germany: background, actual situation and perspectives. IGB (Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei). Jahresforschung 2001. Ch. Steinberg.
- Klein Breteler, J.P.G. & J. Kranenbarg. 2000. Gidssoortenmatrix Ecologische Netwerkstudies: Annex Vis. OVB / RIZA. OVB-Onderzoeksrapport 00087.
- Kolman, R. & Z. Zarkua. 2002. Environmental conditions of common sturgeon (*Acipenser sturio* L.) spawning in river Rioni (Georgia). Electronic Journal of Polish Agricult. University 5 (2): art.-01. <http://www.ejpau.media.pl/>
- Kopeika, A.F., P. Williot, & B.F. Goncharov. 2000. Cryopreservation of *Acipenser sturio* sperm. Boletín Instituto Español de Oceanografía 16 (1-4) 167-173.
- Kranenbarg, J. & H. D. Bakker. 2002. Waterkrachtcentrales versus vis in de Nederlandse Maas. Prioritaire soorten voor bescherming tegen

- mortaliteit door turbinespassage. RIZA, Lelystad. RIZA Werkdocument 2002.217X.
- Kynard, B. & M. Horgan. 2002. Ontogenetic behavior and migration of Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*, and shortnose sturgeon, *A. brevirostrum*, with notes on social behavior. *Environmental Biology of Fishes* 63 (2): 137-150.
- Kynard B. & E. Parker. 2004. Ontogenetic behaviour and migration of Gulf of Mexico sturgeon, *Acipenser oxyrinchus desotoi*, with notes on body color and development. *Environmental Biology of Fishes* 70: 53-55.
- Leeuw, C.C. de & J.J.G.M. Backx. 2001. Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland. RIKZ/RIZA. RIKZ rapport nr 2000.044. RIZA rapportnr. 2000.034.
- Lelek, A. 1987. The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 9 : Threatened fishes in Europe. Aula, Wiesbaden (Duitsland). ISBN 3-89104-048-2.
- Lepage, M. & E. Rochard. 1995. Threatened fishes of the world : *Acipenser sturio*, Linnaey, 1758 (Acipenseridae). *Environmental Biology of Fishes* 43, 28.
- Lepage, M., E. Rochard, & G. Castelnaud. 2000. Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L. 1758 restoration and gravel extraction in the Gironde estuary. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) 175-179.
- Lobregt, P. & J. van Os. 1977. De laatste riviervissers. Stichting Riviervisserij Nederland. Heerwaarden. ISBN 906011.473.6.
- Ludwig, A. & F. Kirschbaum. 1998. Comparison of mitochondrial DNA sequences between the European and the Adriatic sturgeon. *Journal of Fish Biology* 52(6): 1289- 1291.
- Ludwig, A., L. Debus. & I. Jenneckens. 2000. Molecular methods of discriminating between caviar of different sturgeon species. In: Symposium caviar production recent developments & future trends in breeding, conservation and product processing of sturgeons & Closing session of the INCO Copernicus project : Production of caviar from roe and ovulated oocytes in some sturgeon species. pp. 47. Berlin, 13-15 march 2000. Kirschbaum F. & L. Fischer (eds.)
- Ludwig, A. 2001. Taxonomie von *Acipenser sturio*. In: Der Stör : *Acipenser sturio*; Fisch des Jahres 2001. Düver, W. (red). Verband Deutscher Sportfischer e.V. Offenbach am Main, Duitsland.
- Ludwig A., L. Debus, D. Lieckfeldt, I. Wirgin, N. Benecke, I. Jenneckens, P. Williot, J.R. Waldman & C. Pitra. 2002. When the American sea sturgeon swam east. *Nature* 419: 447-448. <http://www.izw-berlin.de/en/research/fq2/index.html?nature.html~rechts>.
- Luk'yanenko, V.I., A.S. Vasil'ev, V.V. Luk'yanenko, & M.V. Khabarov. 1999. On the increasing threat of extermination of the unique Caspian sturgeon populations and the urgent measures required to save them. *Journal of Applied Ichthyology* 15: 99-102.
- Magnin, E. 1962. Recherches sur la systématique et la biologie des acipenséridés: *Acipenser sturio* L., *Acipenser oxyrinchus* Mitchell et *Acipenser fulvescens* Raf. Parijs : Station Centrale d'Hydrobiologie Appliquée.
- Maitland, P.S. 1979. The status and conservation of rare freshwater fishes in the British isles. In: O'Hara, K.(ed.). First Br. Freshw. Fish.Conf.; pp. 237-248.

- Mamcarz, A. 2000. Decline of the Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 in Poland: An outline of problems and prospects. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4) 191-202.
- Martens, P.J.M. 1992. De zalmvisser van de Biesbosch : Een onderzoek naar de visserij op het Bergse Veld, 1421-1869. Proefschrift Katholieke Universiteit Brabant, Tilburg, St. Zuidelijk Historisch Contact,. ISBN 90-70641-43-7
- Möller, H. 1991. Der Zustand der Fischfauna in der Tideelbe. *Fischökologie*, (4) 23-44.
- Mohr, E. 1952. *Der Stör*. Geist & Portig, Leipzig.
- Nie, H.W. de & G. van Ommering. 1998. Bedreigde en kwetsbare zoetwatervissen in Nederland. Toelichting op de Rode Lijst. IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Overmars, W., W. Bosman & W. Helmer. 1997. Stuwen of steuren. Kansen voor de terugkeer van de Atlantische steur in de Rijn. *Nieuwe Wildernis: Het avontuur van de Natuur*, jaargang 3, voorjaar/zomer 1997.
- Pavlov, D.S. 1989. Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: USSR. FAO (Rome) FAO Technical Paper 308.
- Peake, S., Beamish, F.W.H., McKinley, R.S., Scruton, D.A. & Katopodis, C. 1991. Relating swimming capacity of lake sturgeon, *Acipenser flavescens*, to fishway design. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48: 1361-1366.
- Polman, G. [ES]2-Afsluitdijk. Schetsontwerpen Brak. Fase 3 Inrichtingsschetsen. Hoofdrapport. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied / RIZA / RIKZ / Bouwdienst.
- Pustelnik, G. & O. Guerri. 2000. Analysis of partnership and conservation requirements for a threatened species, *Acipenser sturio* L. 1758: Towards the implementation of a recovery plan. *Boletín Instituto Español de Oceanografía* 16 (1-4): 209-216.
- RIWA. 2003. Jaarverslag 2001-2002 : De Rijn. RIWA - Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven, Amsterdam. ISBN 90-6683-103-0.
- Rochard, E., G. Castelnaud, M. Lepage. 1990. Sturgeons (Pisces: Acipenseridae) : threats and prospects. *Journal of Fish Biology* 37 (suppl. A) 123-132.
- Rochard, E. & P. Jatteau. 1991. Amelioration de la methode de determination de l'age de l'esturgeon commun *Acipenser sturio* et premieres applications. In: In : Actes du premier colloque international sur l'esturgeon, 3-6 octobre 1989. Williot, P. (ed.) pp. 193-208.
- Rochard, E. & M. Lepage. 1996. Avis scientifique concernant la répartition en mer de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* et la nécessité de l'extension de sa protection à l'ensemble des pays de l'Union Européenne. CEMAGREF (Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts). Bordeaux, Frankrijk.
- Rochard, E., M. Lepage & L. Meuzé. 1997. Identification et caractérisation de l'aire de répartition marine de l'esturgeon européen *Acipenser sturio* à partir de déclarations de captures. *Aquat. Living Resour.* 10 : 101-109.
- Rochard E., M. Lepage, P. Dumont, S. Tremblay & C. Gazeau. 2001. Downstream migration of juvenile european sturgeon *Acipenser sturio* L. in the Gironde Estuary. *Estuaries* 24(1): 108-115.

- Rosenthal, H., P. Bronzi & D. McKenzie (eds.) 1999. Proceedings of the 3rd international symposium on sturgeon. Piacenza, Italy, July 8-11, 1997. In: Journal of Applied Ichthyology 15 (4-5): 1-356.
- Rosenthal, H., R.M. Bruch, F.P. Binkowski & S.I. Doroshov. 2002. Proceedings of the 4th symposium on sturgeon. Oshkosh, Wisconsin, USA, 8-13 juli 2001. Journal of Applied Ichthyology 18 (4-6).
- Roule, L. 1923. Nouvelle contribution à l'étude de l'esturgeon (*Acipenser sturio* L.) dans l'Europe Occidentale et de sa diminution progressive. Notes et mémoires No 32. Office scientifique et technique des pêches maritimes. Parijs, Frankrijk.
- Simons, H.E.J., C. Bakker, M.H.I. Schropp, L.H. Jans, F.R. Kok & R.E. Grift. 2001. Man-made secondary channels along the river Rhine (The Netherlands); results of post-project monitoring. Regulated Rivers Research Management 17: 473-491.
- Schmidt, G.W. 2002. Ist unser Stör noch zu retten? Rucksichtslose Überfischung eine Hauptursache für das völlige Verschwinden des Gemeinen. LÖBF-Mitteilungen 4(2) 12-17.
- Smith, T.I.J. & J.P. Clugston. 1997. Status and management of Atlantic sturgeon, *Acipenser oxyrinchus*, in North America. Environ. Biol. 48: 335-346.
- Sokolov, L.I. & L.S. Berdichevskii. *Acipenseriformes Berg*, 1940. In: The freshwater Fishes of Europe. General introduction to fishes / *Acipenseriformes*. Vol. 1, part II. AULA-Verlag, Wiesbaden. pp 148-149. ISBN 3-89104-431-3.
- Spratte, S. & H. Rosenthal. 1996. Meldungen über Störfänge im Einzugsbereich der deutschen Nordseeküste (1981-1995). Fischer und Teichwirt (3) 78-82.
- Staaks, G., F. Kirschbaum & P. Williot. 1999. Experimental studies on thermal behaviour and diurnal activity rhythms of juvenile European sturgeon (*Acipenser sturio*). Journal of Applied Ichthyology 15: 243-247.
- Steffens, W. 2001. Kaviar aus Frankreich. Fischer & Teichwirt 52(12) 467-471.
- Sulak K.J. & J.P. Clugston. 1999. Recent advances in life history of Gulf of Mexico sturgeon, *Acipenser oxyrinchus desotoi*, in the Suwannee river, Florida, USA: a synopsis. Journal of Applied Ichthyology 15(3): 116-128.
- Taverny, C., M. Lepage, S. Piefort, P. Dumont, & E. Rochard. 2002. Habitat selection by juvenile European sturgeon *Acipenser sturio* in the Gironde estuary (France). Journal of Applied Ichthyology 18, 536-541.
- Timmermans, G. & M. Melchers. 1994. De steur in Nederland. Natura, 91(7) 155-158.
- Trouvery, M. P. Williot & G. Castelnaud. 1984. Biologie et ecologie d'*Acipenser sturio*. Etude de la pecherie. Serie Esturgeon No 1. CEMAGREF, Bordeaux (Frankrijk).
- Vasil'eva, E.D. 1999A. Polyploidization by reticular speciation in *Acipenseriform* evolution: a working hypothesis. Journal of Applied Ichthyology 15: 29-31.
- Vasil'eva, E.D. 1999B. Some morphological characteristics of *Acipenserid* fishes: considerations of their variability and utility in taxonomy. Journal of Applied Ichthyology 15: 32-34.

- Verhey, C.J. 1949. Het voorkomen van de steur (*Acipenser sturio* L.) in de Nieuwe Merwede tussen 1900-1931 De Levende Natuur 52: 152-159.
- Volz, j. & S.J. de Groot. 1992. Erster Nachweis des Störs (*Acipenser sturio*) im niederländischen Rhein seit 40 Jahren. Fischökologie (6) 3-6.
- Waldman, J.R. 1995. Sturgeons and Paddlefishes: A convergence of biology, politics and greed. Fisheries 20(9): 20-21.
- Waldman, J.R. 2000. Restoring *Acipenser sturio* L., 1758 in Europe : Lessons from the *Acipenser oxyrinchus* Mitchill, 1815 experience in North America. Boletín Instituto Español de Oceanografía 16 (1-4) 237-244.
- Williot, P. (ed.) 1991. *Acipenser* : Actes du premier colloque international sur l'esturgeon, 3-6 octobre 1989,. CEMAGREF, Bordeaux. ISBN 2-85362-208-8
- Williot, P. 1991. Biologie et productions de l'esturgeon. CEMAGREF(Centre National du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et des Forêts), Bordeaux. ISBN 2-85362-225-8.
- Williot, P., E. Rochard, G. Castelnaud, T. Rouault, R. Brun, M. Lepage & P. Elie. 1997. Biological characteristics of European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio*, as the basis for a restoration program in France. Environmental Biology of Fishes 48: 359-370.
- Williot, P. R. Brun, M. Pelard & D. Mercier. 2000. Induced maturation and spawning in an incidentally caught adult pair of critically endangered European sturgeon, *Acipenser sturio* L. Journal of Applied Ichthyology 16 (4): 279-281.
- Winden, A. van, W. Overmars, W. Bosman & A. Klink. 2000. De Atlantische steur: Terugkeer in de Rijn. Wereld Natuur Fonds / Stichting ARK, Hoog Keppel (Nederland). ISBN 90-74647-49-9
- Zholdasova, I. 1997. Sturgeons and the Aral Sea ecological catastrophe. Environmental Biology of Fishes 48 : 373-380.

Bijlagen

Bijlage I	Soorten uit de steurfamilie; wetenschappelijke, Nederlandse en Engelse namen en hun verspreiding.....	86
Bijlage II	Internationale symposia en proceedings over de steuren en lepelsteuren	87

Bijlage I Soorten uit de steurfamilie; wetenschappelijke, Nederlandse en Engelse namen en hun verspreiding

(Engelse en wetenschappelijke namen uit CITES, 2001)

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Engelse naam	Geografische verspreiding (hist.)	Status IUCN
<i>Acipenser baerii</i>	Siberische steur	Siberian sturgeon	Siberië, Arctica	EN
<i>Acipenser brevirostrum</i>	kortsnuitsteur	Shortnose sturgeon	USA en Canada	VU
<i>Acipenser dabryanus</i>	Yangtze steur	Yangtze (or Changjiang) sturgeon	Gele Zee en Yangtze Rivier	CR
<i>Acipenser fulvescens</i>		Lake sturgeon	Rivieren en meren USA	VU
<i>Acipenser gueldenstaedtii</i>	Russische steur / diamantsteur	Russian sturgeon	Kaspische, Zwarte en Azov Zee	EN
<i>Acipenser medirostris</i>		Green sturgeon	USA en Canada, Pacifische zijde	VU
<i>Acipenser mikadoi</i>	Sachalinsteur	Sakhalin sturgeon	Noordwest-Pacific	EN
<i>Acipenser naccarii</i>	Adriatische steur	Adriatic sturgeon	Adriatische Zee, Po, Adige, Middellandse Zee	VU
<i>Acipenser nudiventris</i>	baardsteur	ship sturgeon	Kaspische, Zwarte, en Azov Zee (Aral)	EN
<i>Acipenser oxyrinchus</i>	(Amerikaanse) Atlantische steur	Atlantic sturgeon	USA, Atlantische kust en rivieren	LR
<i>Acipenser persicus</i>	Perzische steur	Persian sturgeon	Kasp. + Zwarte Zee	EN
<i>Acipenser ruthenus</i>	sterlet	sterlet	Europa, Kasp., Zwarte, Azov Zee	VU
<i>Acipenser schrenkii</i> = <i>A. schrenkii</i> ?)	Japane steur	Amur sturgeon	Amur Rivier, Okhotsk, Japanse Zee	EN
<i>Acipenser stellatus</i>	witsnuitsteur of Sevruga	stellate sturgeon	Zwarte, Kasp., Azov Zee	EN
<i>Acipenser sturio</i>	(Europese) Atlantische steur	Common, Atlantic or European sturgeon	Europa, West Azië	CR
<i>Acipenser sinensis</i> (v/h <i>kikuchii</i>)	Chinese steur	Chinese sturgeon	China, Japan	EN
<i>Acipenser transmontanus</i>	Pacifische steur	White sturgeon	N.O.-Pacific	LR
<i>Huso dauricus</i>	Kaluga	Kaluga	Amur River, Japan	EN
<i>Huso huso</i>	Beluga steur	Beluga	Zwarte+Kasp. Zee, Azov, Adriat. Zee	EN
<i>Pseudoscaphirhynchus fedtschenkoi</i>	Syr Daryasteur	Syr-Dar shovelnose sturgeon	Syr-Darya	CR
<i>Pseudoscaphirhynchus hermanni</i>	dwergsteur	small Amur-Dar shovelnose sturgeon	Aral, Amu-Darya	CR
<i>Pseudoscaphirhynchus kaufmanni</i>	Amu Daryasteur	large Amur-Dar shovelnose sturgeon	Aral, Amu-Darya	EN
<i>Scaphirhynchus albus</i>	bleke steur	pallid sturgeon	Mississippi, Missouri	EN
<i>Scaphirhynchus platorhynchus</i>		shovelnose sturgeon	Mississippi, Missouri	VU
<i>Scaphirhynchus suttkusi</i>	Alabama steur	Alabama sturgeon	Alabama, Mississippi	CR

EN= endangered, CR=Critically endangered, VU= vulnerable, LR=lower risk, zie <http://www.redlist.org>

Bijlage II Internationale symposia en proceedings over de steuren en lepelsteuren

- Symposium on the Biology and Management of Sturgeon. Gehouden in Milwaukee, USA, 16-20 augustus, 1983. F.P. Binkowski & S.I. Doroshov (eds.). 1985. North American sturgeons: biology and aquaculture potential. Gepubliceerd in *Environmental Biology of Fishes* 14, 1-96.
- First International Symposium on the Biology and Management of sturgeon. Gehouden in Bordeaux, Frankrijk, 3-6 oktober 1989. P. Williot (ed.) 1991. *Acipenser*, CEMAGREF, Bordeaux.
- Second International Symposium on the Sturgeon. Gehouden in Moskou, Rusland, 6-11 September 1993. Abstract Bulletin. Tariverdieva, T.G. (ed.), 1993.
- International Conference on Sturgeon Biodiversity and Conservation. Gehouden in New York, USA, 28-30 juli 1994. Birnstein, J.R. & Bemis, W.E. (eds.) Gepubliceerd in *Environmental Biology of Fishes* 48(1-4) (1997) 1-435.
- Third International symposium on sturgeon. Gehouden in Piacenza, Italië, 8-11 juli 1997. Rosenthal, H., Bronzi, P., McKenzie, D.J., Arlati, G. & Rossi, R. (eds.) Gepubliceerd in *Journal of Applied Ichthyology* 15 (1999) 1-356.
- Symposium on Conservation of the Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 in Europe. Gehouden in Madrid en Sevilla, Spanje, 6-11 september 1999. Gepubliceerd in *Bol. Inst. Esp. Oceanograph.* 16(1-4) (2000) 1-254.
- Symposium caviar production recent developments & future trends in breeding, conservation and product processing of sturgeons & Closing session of the INCO Copernicus project : Production of caviar from roe and ovulated oocytes in some sturgeon species. 21-22. Gehouden in Berlijn, Duitsland, 13-15 maart 2000. Book of Abstracts. Kirschbaum, F. & Fischer, L. (eds.), 2000.
- Fourth International symposium on Sturgeon. Gehouden in Oshkosh, Wisconsin, USA, 8-13 juli 2001. Rosentahl, H., Bruch, R.M., Binkowski, F.P., Doroshov, S.I. (eds.) Gepubliceerd in: *Journal of Applied Ichthyology* 18 (4-6) (2002) 219-698.
- Biology, Management, and Protection of Sturgeon. Gehouden in St. Louis, MO, USA, 20-24 augustus 2000.
http://www.ecu.edu/org/afs/st_louis/sturgeonsymposium.htm

In deze reeks verschenen:

01. Kennisdocument grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis* L.
02. Kennisdocument Atlantische steur *Acipenser sturio* L.
03. Kennisdocument gestippelde alver *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782)
04. Kennisdocument sneep *Chondrostoma nasus* L.
05. Kennisdocument pos, *Gymnocephalus cernuus* L.
09. Kennisdocument rivierdonderpad, *Cottus gobio* Linnaeus, 1758
10. Kennisdocument riviergrondel, *Gobio gobio* L.
11. Kennisdocument Europese aal of paling *Anguilla anguilla* L.
15. Kennisdocument bittervoorn *Rhodeus amarus* (Pallas, 1776)
17. Kennisdocument diklippharder *Chelon labrosus* (Risso, 1827)
18. Kennisdocument haring *Clupea harengus harengus* L.
19. Kennisdocument kolblei *Abramis (of Blicca) bjoerkna* L.
20. Kennisdocument winde *Leuciscus idus* L.



Sportvisserij Nederland
Postbus 162
3720 Ad Bilthoven

