

# Kennisdocument barbeel

*Barbus barbus* (Linnaeus, 1758)



Foto's voorblad: Sportvisserij Nederland, Heinz-Jozef Jochims, Marco Kraal en Lelek, 1987.

**Kennisdocument barbeel,  
*Barbus barbus* (Linnaeus, 1758)**

**Kennisdocument 14**

**Sportvisserij Nederland**

**door**

**P.A.D.M. Wijmans**

**november 2007**



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



# Statuspagina

<b>Titel</b>	Kennisdocument barbeel, <i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)
<b>Samenstelling</b>	Sportvisserij Nederland Postbus 162 3720 AD BILTHOVEN
<b>Telefoon</b>	030-605 84 00
<b>Telefax</b>	030-603 98 74
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:info@sportvisserij nederland.nl">info@sportvisserij nederland.nl</a>
<b>Homepage</b>	<a href="http://www.sportvisserij nederland.nl">www.sportvisserij nederland.nl</a>
<b>Opdrachtgever</b>	Sportvisserij Nederland
<b>Auteur(s)</b>	P.A.D.M. Wijmans
<b>Emailadres</b>	wijmans@sportvisserij nederland.nl
<b>Redactie en begeleiding</b>	W.A.M van Emmerik
<b>Aantal pagina's</b>	76
<b>Trefwoorden</b>	Barbeel, biologie, habitat, ecologie
<b>Projectnummer</b>	Kennisdocument 14
<b>Datum</b>	November 2007

Bibliografische referentie:

Wijmans, P.A.D.M, 2007. Kennisdocument barbeel, *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758)  
Kennisdocument 14. 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 wordt een overzicht gegeven van de kennis van de barbeel (*Barbus barbus* L.). Deze kennis betreft informatie over de systematiek, herkenning en determinatie, geografische verspreiding, de leefwijze, het voedsel, de voortplanting, ontwikkelingsstadia, migratie, specifieke habitat- en milieueisen, visserij, bedreigingen en beheer.

Het lichaam van de barbeel is slank en gestroomlijnd. De kop is afgeplat, met een lang uitgetrokken snuit. De barbeel heeft een onderstandige bek met een paar baarddraden aan de mondhoek en een tweede paar (kortere) aan de bovenlip. De bek is uitstulpbaar. De kleur van volwassen barbelen varieert van bruin-groen tot grijs op de rug en goud-groen tot zilvergrijs op de flanken. De buikzijde is vuilwit tot witgeel van kleur. Juveniele barbelen zijn egaal zilvergrijs en hebben donkere vlekken op de flanken. De barbeel wordt maximaal 100 cm lang.

Het verspreidingsgebied van de barbeel omvat West-, Centraal-, en delen van Oost-Europa. In delen van Engeland is de barbeel uitgezet. In Nederland wordt de barbeel vooral aangetroffen in de grote rivieren en de beken en riviertjes van Limburg.

De barbeel is een typische riviervis die wordt aangetroffen in de middenloop van de rivier, in zuurstofrijk, matig tot snelstromend water met een schone bodem van zand, grind en keien. Volwassen barbelen houden zich vaak in de diepere, langzaam stromende delen op. Foerageren gebeurt vooral op de ondiepe, snelstromende grindbanken. Het voedsel bestaat uit insectenlarven, wormen, kreeftachtigen, weekdieren en soms kleine vis of visbroed, en plantendelen.

De barbeel paait in het voorjaar bij een watertemperatuur van ongeveer 13 tot 18°C. Het paaien gebeurt in ondiep water, meestal minder dan één meter diepte, op grindbanken met een flinke stroming (ongeveer 0,5 m/s). De eieren komen na 1 tot 2 weken uit, waarna de larven zich laten afzakken naar langzaam stromend water. Vanaf 3 cm lengte wordt steeds sneller stromend water opgezocht, en juvenielen vanaf 6 cm worden alleen in ondiep, snelstromend water aangetroffen. Mannetjes worden geslachtsrijp vanaf 15 cm (ca 2 tot 4 jaar), vrouwtjes bij een lengte van 20 tot 35 cm (ca 3 tot 8 jaar).

Als sportvis staat de barbeel in hoog aanzien vanwege zijn grootte, kracht en sluwheid. In Nederland werd vooral in de Limburgse beken en riviertjes op barbeel gevist. De laatste jaren worden echter vooral op de grote rivieren veel en grote barbelen gevangen. De barbees wordt voornamelijk met de feederhengel of speciale barbeelhengel bevestigd. Als aas zijn kaas, wormen, maden, luncheonmeat en mais te gebruiken.

De barbeel wordt niet beroepsmatig bevestigd. Het vlees van de barbeel wordt vrijwel nergens gegeten. Barbeelkuit wordt beschouwd als giftig.

---

---

---



---

# Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	11
1.1	Aanleiding .....	11
1.2	Beleidsstatus .....	11
1.3	Afkadering .....	11
1.4	Werkwijze.....	11
2	Systematiek en uiterlijke kenmerken .....	13
2.1	Systematiek.....	13
2.2	Uiterlijke kenmerken.....	15
2.3	Herkenning en determinatie.....	16
3	Ecologische kennis.....	17
3.1	Leefwijze .....	17
3.2	Geografische verspreiding.....	17
3.2.1	Totale verspreidingsgebied.....	17
3.2.2	Introducties .....	18
3.2.3	Verspreiding in Nederland .....	19
3.3	Migratie 20	
3.4	Voortplanting .....	21
3.4.1	Paaigedrag en bevruchting.....	21
3.4.2	Paaiperiode .....	22
3.4.3	Paaihabitat .....	23
3.4.4	Sex-ratio bij de voortplanting .....	23
3.4.5	Gonaden en fecunditeit.....	24
3.4.6	Geslachtsrijpe leeftijd/lengte.....	24
3.5	Ontogenese .....	25
3.5.1	Ei-stadium .....	25
3.5.2	Embryonale en larvale stadium.....	25
3.5.3	Juveniele stadium .....	27
3.5.4	Adulte stadium .....	28
3.5.5	Levensduur .....	28
3.6	Groei, lengte en gewicht.....	29
3.6.1	Lengte en gewicht.....	29
3.6.2	Lengtegroei.....	30
3.6.3	Lengte gewichtverhouding .....	31
3.7	Voedsel 31	
3.7.1	Foerageergedrag .....	31
3.7.2	Voedsel .....	32
3.8	Genetische aspecten .....	33
3.9	Populatie dynamica.....	34
3.10	Parasieten / ziekten .....	35
3.11	Verontreinigingen .....	36
3.12	Plaats in het ecosysteem .....	37
3.12.1	Predatoren.....	37
3.12.2	Competitie .....	38
4	Habitat- en milieu-eisen .....	39

---

---

4.1	Watertemperatuur .....	39
4.2	Zuurstofgehalte.....	41
4.3	Zuurgraad .....	41
4.4	Doorzicht en licht .....	42
4.5	Saliniteit.....	42
4.6	Stroomsnelheid .....	42
4.7	Waterdiepte .....	44
4.8	Bodensubstraat .....	45
4.9	Vegetatie.....	46
4.10	Waterkwaliteit.....	46
4.11	Ruimtelijke eisen .....	48
4.12	Beschutting .....	48
5	Visserij.....	51
5.1	Beroepsvisserij.....	51
5.2	Sportvisserij .....	51
5.3	Consumptie .....	52
6	Bedreigingen .....	55
7	Beheer .....	57
8	Kennisleemtes .....	59
	Verklarende woordenlijst.....	61
	Verwerkte literatuur .....	63
	Bijlagen .....	73

---

# **1 Inleiding**

## **1.1 Aanleiding**

Dit rapport maakt deel uit van een reeks kennisdocumenten van Sportvisserij Nederland over een groot aantal vissoorten in Nederland (zie pagina 75). Deze kennisdocumenten moeten de beschikbare kennis beter toegankelijk maken waardoor de vissoorten beter kunnen worden gewaardeerd en beheerd.

## **1.2 Beleidsstatus**

De barbeel is opgenomen in de Visserijwet. Voor deze soort geldt een minimum maat van 30 cm, en een gesloten tijd van 1 april tot 31 mei. Daarnaast staat de barbeel op de Rode Lijst van bedreigde en kwetsbare zoetwatervissen van Nederland. De barbeel behoort tot de categorie "Bedreigde Soorten" (BE), dit houdt in dat de soort sterk in aantal is afgenomen en zeldzaam (tot zeer zeldzaam) is (De Nie & Ommering, 1998).

Daarnaast is de barbeel genoemd in Bijlage V van de Habitatrichtlijn en is het een soort van de Doelsoortenlijst uit het Handboek Natuurdoeltypen (Ministerie van LNV, 2001).

Uitgebreide en actuele informatie over de beleidsstatus van de barbeel is te vinden via [www.nederlandsesoorten.nl](http://www.nederlandsesoorten.nl).

## **1.3 Afkadering**

In dit kennisdocument wordt vooral de ecologische, morfologische en taxonomische kennis van de Nederlandse soortnaam behandeld. Anatomische en fysiologische informatie komt beperkt aan de orde. Daarnaast wordt aandacht geschonken aan de (sport)visserij op de barbeel, 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: 'Habitat Geschiktheid Index Model de Barbeel' (Bakker, 1992) 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 Sportvisserij Nederland bibliotheek.

Daarnaast is algemene literatuur en grijze literatuur (rapporten en verslagen) betrokken bij het onderzoek.

Tevens is gebruik gemaakt van informatie op Internet.



De barbeel *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758) (foto: Sportvisserij Nederland).

## 2 Systematiek en uiterlijke kenmerken

### 2.1 Systematiek

De Barbeel behoort binnen de orde *Cypriniformes*, tot de familie van de karperachtigen, de *Cyprinidae*. Deze familie bevat ongeveer 210 geslachten en meer dan 2000 verschillende soorten (Froese & Pauly, 2007). De subfamilie der Barbelen (*Barbinae*) telt vooral in warme delen van Zuid-Azië veel soorten; bijna de helft van alle karperachtigen behoort ertoe. De meeste soorten blijven klein en zijn populair als aquariumvis (Gerstmeier & Romig, 2000).

Rijk: *Animalia*  
Stam: *Chordata*  
Substam: *Vertebrata*  
Superklasse: *Osteichthyes*  
Klasse: *Actinopterygii*  
Subklasse: *Neopterygii*  
Infraklasse: *Teleostei*  
Superorde: *Ostariophysi*  
Orde: *Cypriniformes*  
Superfamilie: *Cyprinoidea*  
Familie: *Cyprinidae*  
Subfamilie: *Barbinae*  
Geslacht: *Barbus*  
Soort: *Barbus barbus*



Het Sumatraantje (*Barbus tetrazona*) is een populaire aquariumvis.



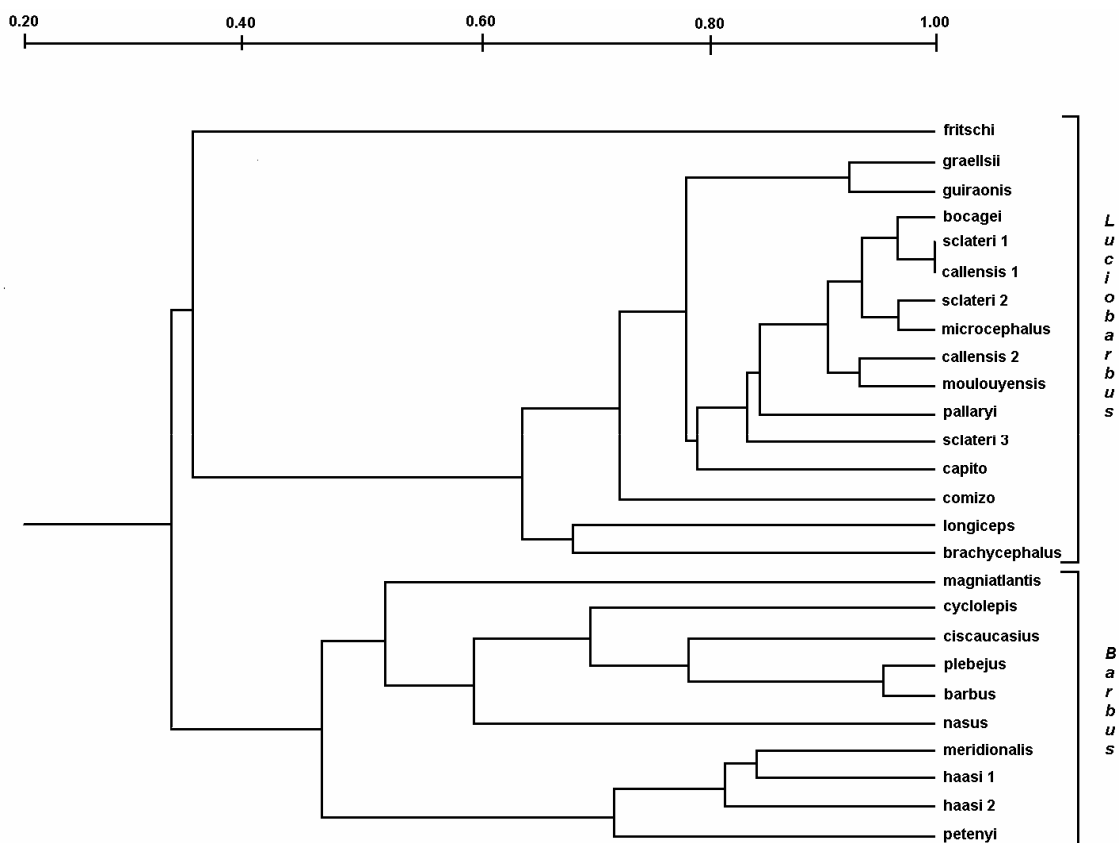
De Mangar (*Barbus esocinus*) is 's werelds grootste barbeelsoort met een maximum lengte van twee meter en een gewicht van 140 kilogram (Froese & Pauly, 2007).

De systematiek van de Europese soorten binnen het geslacht *Barbus* is erg complex (Gerstmeier & Romig, 2000) (zie figuur 2.1). Banarescu & Bogutskaya (2003) onderscheiden in Europa 28 verschillende soorten.

Deze soorten kunnen worden geplaatst in 2 subgeslachten; *Luciobarbus* en *Barbus* (muv *B. mursa* waarvan de plaatsing onzeker is). Deze tweedeling is gebaseerd op de verschillende verspreidingsroutes die de voorouders van beide subgeslachten hebben gevolgd. *Luciobarbus* heeft zich vanuit Azië verspreid via wat nu de Middellandse Zee is, die destijds droog stond, en zo het Iberisch Schiereiland, het noordwesten van Afrika en een deel van centraal Griekenland bereikt. *Barbus* heeft zich verspreid via de noordkant van wat nu de Kaspische zee is en zo West-Europa, Italië en de Balkan bereikt. Met uitzondering van een klein deel van Noord-Oost Spanje is het Iberisch Schiereiland niet bereikt.

In het subgeslacht *Luciobarbus* komen de volgende soorten voor: *B. albanicus*, *B. bocagei*, *B. brachycephalus*, *B. capito*, *B. comizo*, *B. graecus*, *B. graellsii*, *B. guiraonis*, *B. microcephalus*, *B. sclateri* en *B. steindachneri*.

In het subgeslacht *Barbus*, waar ook de barbeel *B. barbus* toe behoort, komen de volgende soorten voor: *B. caninus*, *B. ciscaucasicus*, *B. cyclolepis*, *B. euboicus*, *B. goktschaicus*, *B. haasi*, *B. lacerta*, *B. macedonicus*, *B. meridionalis*, *B. peloponnesius*, *B. plebejus*, *B. prespensis*, *B. tauricus*, *B. thessalus* en *B. tyberinus*.



**Figuur 2.1** Phylogenetische relaties tussen verschillende *Barbus*-soorten door gebruik van de Jaccard index en de UPGMA clustering methode (naar: Doadrio, 1990 in: Banarescu & Bogutskaya, 2003). *B. magniatlantis* is een Noord-Afrikaanse soort.

De barbeel werd in 1758 voor het eerst beschreven door Linneaus onder de Latijnse naam *Cyprinus barbuis*. Later is de Latijnse naam gewijzigd in respectievelijk *Barbus vulgaris*, *Barbus communis* en *Barbus fluviatilis*, tot dat in 1914 Berg de barbeel de naam *Barbus barbuis* gaf (naar: Banarescu & Bogutskaya, 2003). De naam *Barbus* is afgeleid van het oude latijnse woord "barbus" wat "baard" betekent (Banarescu & Bogutskaya, 2003).

Er is grote twijfel en discussie over het voorkomen van ondersoorten binnen de soort *Barbus barbuis*. Door diverse auteurs worden de barbelen uit de Oekraïense rivieren de Dnjepr en de Zuidelijke Boeg als ondersoort *Barbus barbuis borysthenicus* gezien. Andere auteurs bestrijden dit. Gezien de onduidelijkheid over de validiteit van de ondersoort *borysthenicus*, gaan Banarescu & Bogutskaya (2003) er vanuit dat er geen ondersoorten van de barbeel zijn.

Kotlík & Berrebi (2001) zien de populaties uit het oosten van de Balkan en het noorden van Anatolië, als een ondersoort, de *Barbus barbuis escherichi*. De barbelen uit de rest van het verspreidingsgebied behoren volgens hen tot *Barbus barbuis barbuis*.

## 2.2 Uiterlijke kenmerken

Het lichaam van de barbeel is slank, gestroomlijnd en bijna rolrond, alleen de buik is iets afgeplat en van opzij gezien vrijwel recht. De kop is afgeplat, met een lang uitgetrokken snuit. De barbeel heeft een onderstandige bek met een paar baarddraden aan de mondhoek en een tweede paar (kortere) aan de bovenlip. De bek is uitstulpbaar. De ogen zijn tamelijk klein, en de iris vertoont een goudgele glans. De schubben zijn middelgroot: er liggen er 55 tot 65 op de zijlijn. De korte rugvin heeft 11 tot 12 vinstralen. De derde en langste vinstraal is verdikt, harder dan de rest en aan de achterrand gezaagd. De rand van de rugvin is hol ingesneden. De staartvin heeft 19 vinstralen. De bovenste lob van de straatvin is soms langer en puntiger dan de onderste lob. Verder hebben de aarsvin acht, de buikvin tien en de borstvinnen 16 tot 18 vinstralen. De keeltanden worden aangetroffen in 3 rijen: 2.3.5-5.3.2 (OVb, 1988; Gerstmeier & Romig, 2000; Banarescu & Bogutskaya, 2003).

De kleur van de barbeel is nogal variabel. Volwassen barbelen hebben meestal een bruin-groene tot olijfgroene rug. De flanken zijn dan vaak goud-groen tot messing-kleurig en vertonen vaak een gele gloed. Soms zijn de vissen meer grijs op de rug en zilvergrijs aan de zijden. De buikzijde is vuilwit tot witgeel van kleur. Er bevinden zich geen donkere vlekjes op de flanken. De buikvinnen, de aarsvin en de onderhelft van de staartvin zijn vaak iets roodachtig gekleurd.

Volgens Banarescu & Bogutskaya (2003) is de kleur afhankelijk van de bodem van het water waarin de vis leeft. Boven een grindbodem is de kleur donkerder dan boven een zandbodem. Er is geen verschil in kleur tussen mannetjes en vrouwtjes.

Juveniele barbelen zijn egaal zilvergrijs en hebben vaak onregelmatig verdeelde donkere vlekken op de flanken (OVb, 1988; Gerstmeier & Romig, 2000; Banarescu & Bogutskaya, 2003).



**De barbelen die de laatste jaren regelmatig in de grote rivieren worden gevangen zijn vaak zilver-grijs van kleur (foto; M. Kraal).**



**Bronskleurige barbelen, gevangen tijdens een visserijkundig onderzoek in de Swalm.**

In de paaitijd krijgen de mannetjes paringsuitslag, in de vorm van witte pukkeltjes op de kop en nek (Gerstmeier & Romig, 2000). Ook zijn de vinnen van adulte exemplaren, vooral de mannetjes, tijdens de paaitijd intensiever gekleurd (Banarescu & Bogutskaya, 2003).

## 2.3 Herkenning en determinatie

In Nederland komen naast de barbeel geen andere *Barbus*-soorten voor, verwarring van adulte barbelen is daardoor vrijwel uitgesloten. Juveniele barbelen zouden door een ongetraind oog kunnen worden verward met bempjes (*Barbatula barbatulus*), riviergrondels (*Gobio gobio*) of de uitheemse witvingrondel (*Gobio albipinnatus*). Het bempje verschilt van de barbeel door de aanwezigheid van 6 bekdraden, 4 op de bovenlip en een in elke hoek van de bek. De barbeel heeft 4 bekdraden, waarvan 2 op de bovenlip en een in elke hoek van de bek. De beide grondelsoorten verschillen van de barbeel door de aanwezigheid van 2 bekdraden, een in elke hoek van de bek.

Binnen het gehele verspreidingsgebied van de barbeel komen diverse andere *Barbus*-soorten voor, waarmee de barbeel verward zou kunnen worden. De barbeel *Barbus barbus* verschilt van de *B. peloponnesius*, *B. petenyi*, *B. meridionalis* en de *B. caninus* door een sterk gezaagde 3<sup>de</sup> rugvinstraal, het grote formaat, geen stippen op het lichaam en een aarsvin die vrijwel even groot is bij beide sexen. Van de soorten *B. plebejus*, *B. cyclolepis*, *B. ciscaucasicus* en *B. lacerta* verschilt de barbeel door een meer verbeende rugvin, de bouw van de onderlip, en het ontbreken van stippen op het lichaam. De barbeel verschilt van de soorten *B. bocagei* en *B. sclateri* door de aanwezigheid van 5 keeltanden ipv 4 op de voornaamste rij, en doordat de lippen geheel bedekt zijn met papillen. De lippen vormen ook het voornaamste verschil met de soorten *B. graecus* en *B. albanicus*.



## **3 Ecologische kennis**

### **3.1 Leefwijze**

De barbeel komt voor in Midden- en Zuid-Europa, en wel voornamelijk in de barbeelzone van de rivieren. Deze barbeelzone bevindt zich in de middenloop van de rivieren en wordt gekenmerkt door een matige tot krachtige stroming en een schone bodem met zand, grind en keien. Het water is zuurstofrijk en heeft een temperatuur van 15-22°C in de zomer.

De barbeel is een soort die onder de karperachtigen het meest trekt in de rivieren. Een trekkende barbeel kan zelfs in 37 dagen een afstand van 300 km afleggen in stroomopwaartse richting. In het voorjaar zoeken de vissen de hoger gelegen gedeelten in de rivier op die zij in het najaar door de grotere waterafvoer hebben moeten verlaten. In het najaar is er juist een tendens om rustiger en dieper water op te zoeken om te overwinteren. Deze migraties vinden plaats binnen de barbeelzone van de rivier. In mei en juni trekt een deel van de barbeelpopulatie de rivier op om te paaien op vlakke kiezelbeddingen met een flinke stroming. De gehele levenscyclus speelt zich af in het zoete water.

Barbelen gebruiken vaak hetzelfde habitat om te paaien in het voorjaar en te foerageren in de zomer.

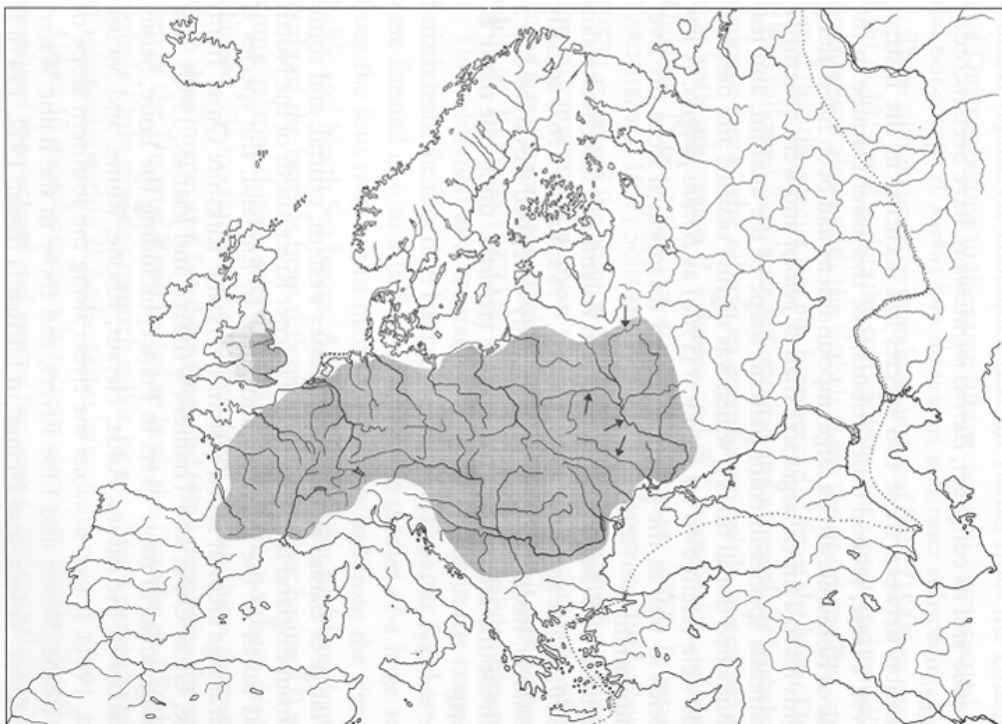
In het algemeen prefereren barbelen het midden van de stroom. De grotere exemplaren komen in de diepere stroomdelen voor, de kleinere zijn meer te vinden in de ondiepere, snelstromende gedeelten. Er treedt geen schoolvorming op maar barbelen komen wel altijd voor in kleine groepen van enkele individuen. Deze groepen bestaan meestal uit individuen van ongeveer dezelfde grootte. Indien barbelen kunnen kiezen uit verschillende locaties als rusthabitat wordt altijd gekozen voor de locatie waarin de meeste barbelen van hetzelfde formaat verblijven.

### **3.2 Geografische verspreiding**

#### **3.2.1 Totale verspreidingsgebied**

Het oorspronkelijke verspreidingsgebied van de barbeel omvat West-, Centraal-, en delen van Oost-Europa; van Frankrijk en Engeland in het westen tot aan het stroomgebied van de Dnjepr in het oosten, en van de Noord- en de Oostzee en het stroomgebied van de Neman rivier in het Noorden tot de Pyreneeën en de Alpen in het zuiden (Lelek, 1980; Banarescu & Bogutskaya, 2003). In Denemarken, Scandinavië, Letland, Estland (Banarescu & Bogutskaya, 2003), Italië en het Iberisch Schiereiland komt de barbeel niet voor.

In België komt de barbeel voor in de Maas en enkele zijrivieren hiervan zoals de Ourthe, Semois, Lesse, Sambre en Ambleve. Door uitzettingen wordt getracht de barbeelstand in een aantal zijrivieren van de Belgische Maas te herstellen (Philippart, 1987).



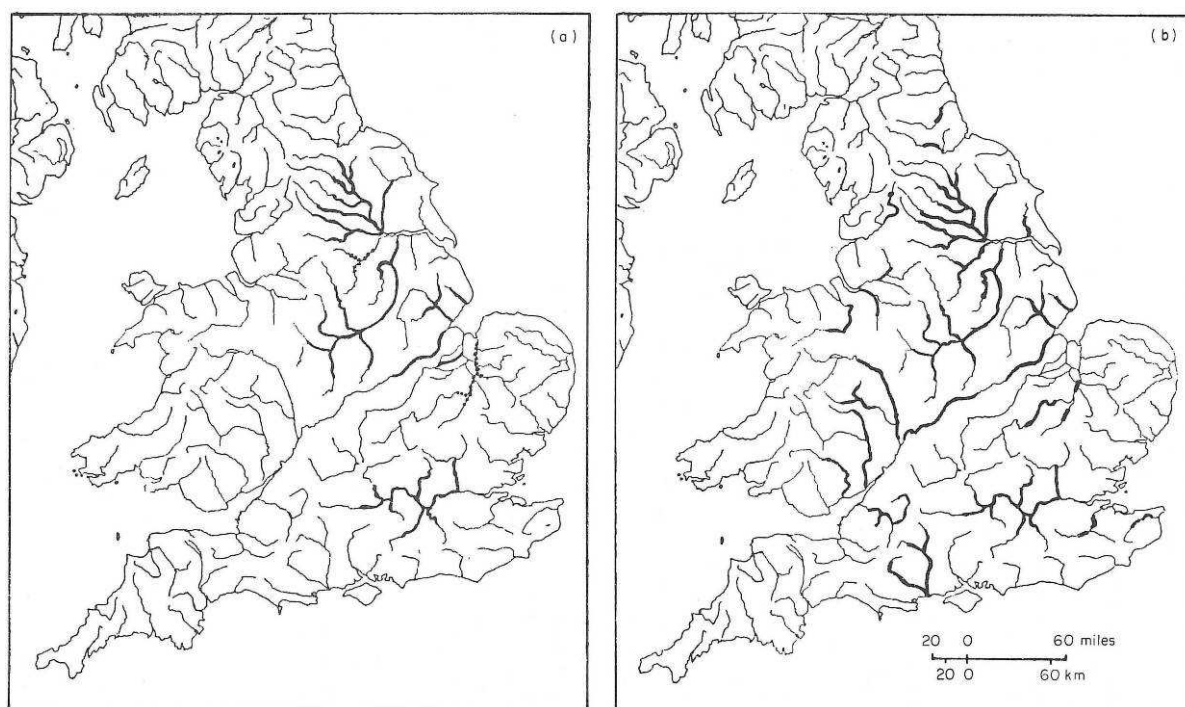
**Figuur 3.1** Het verspreidingsgebied van de barbeel in Europa (bron: Banarescu & Bogutskaya, 2003).

### 3.2.2 Introducties

In Engeland is de barbeel alleen inheems in het zuidoosten van het land in de volgende stroomgebieden; Yorkshire Ouse, Trent, Wharfe, Aire, Swale, Great Ouse en Thames (Wheeler & Jordan, 1990). Verder is de barbeel geïntroduceerd in de rivieren Avon, Severn (Lelek, 1980; Wheeler & Jordan, 1990), Ribble, Mersey, Dee, Wye, Stuur, Rainsgate, Wear, Tees en Medway (Wheeler & Jordan, 1990).

In 1920 is de barbeel vanuit Frankrijk geïntroduceerd in Marokko ten behoeve van de aquacultuur. De vis wordt niet meer geteeld, maar komt nog wel voor in het wild en plant zich succesvol voort (Welcomme, 1988).

In Noord en Midden Italië is de barbeel aangetroffen tijdens onderzoeken en het lijkt erop dat de soort zich er uitbreidt. Waarschijnlijk is de barbeel in 1994-1995 geïntroduceerd. Mogelijk dat de introductie van de barbeel een bedreiging vormt voor een inheemse barbus-soort, de *Barbus tyberinus* (Froese & Pauly, 2007).



**Figuur 3.2** Het verspreidingsgebied van de barbeel in het Verenigd Koninkrijk; a) het originele verspreidingsgebied (vóór 1890), b) het verspreidingsgebied in 1989 (bron: Wheeler & Jordan, 1990).

### 3.2.3 Verspreiding in Nederland

In Nederland werd de barbeel vroeger waargenomen in de IJssel, de Lek, de Rijn bij Arnhem en de Maas (Schlegel, 1870). Volgens Redeke (1941) was de barbeel talrijk in de Limburgse Maas en minder algemeen voorkomend in de Rijn, de Waal en de Geldersche IJssel. Door de bouw van stuwen en door kanalisatie en normalisatie van de rivieren is de barbeelstand na de WO-II sterk afgenomen. Tot het begin van de jaren negentig kwam de barbeel alleen nog voor in de Limburgse Grensmaas en het stroomgebied van de Roer (Nijssen en de Groot, 1987). Dit blijkt ook uit bemonsteringen in de periode 1975-1990 waarbij regelmatig barbelen zijn gevangen in de Grensmaas tussen Borgharen en Roermond (lengte 23-69 cm). De barbeel werd in 1990 eveneens in de Geul gevangen (Vriese, 1991).

Sinds het begin van de jaren negentig wordt de barbeel steeds vaker aangetroffen. Zo werd van een groot aantal vangsten van barbeel in de periode 1970 tot en met 1995, maar liefst 72% gedaan in de periode 1991 tot en met 1995 (De Nie, 1997). Na 1990 zijn enkele barbelen gevangen in de Lek nabij Hagestein, en in de Kromme Rijn (de Jong *et al.*, 2003). Na de eeuwwisseling heeft deze trend zich doorgezet. Zo werden tijdens een visserijkundig onderzoek in 2003 in de Roer beduidend meer barbeel gevangen in vergelijking met onderzoeken uit 1993/1994 (Wijmans & Aarts, 2004). Ook in de grote rivieren wordt de barbeel na de eeuwwisseling in steeds grotere aantallen aangetroffen. Diverse sportvissers vissen inmiddels met goede resultaten gericht op barbeel op rivieren als de Waal, IJssel, Lek, Nederrijn en Maas.

In de periode 1993 - 1996 zijn in tien verschillende wateren in Limburg (oa. de Geul, de Gulp, de Worm, de Roer en de Grensmaas) en de rest van Nederland (oa. de Waal, de Gelderse IJssel, de Lek en de Biesbosch) jonge barbelen van 3 tot 11 cm lengte aangetroffen (De Nie, 1997; Crombaghs & Gubbels, 1996; De Nie & Ommering, 1998). In juni 1996 werden in de Biesbosch 36 jonge barbelen, variërend in lengte van 2,0 tot 3,4 cm, aangetroffen (De Bruijn, 1996). In 2003 bestond het merendeel van de vangst aan barbeel in de Roer uit juveniele barbelen van 3 tot 9 cm groot (Wijmans & Aarts, 2004). Ook in de Swalm zijn in 1999 (Gerlach, 1999) en 2005 (Wijmans & Gerlach, 2005) juveniele barbelen aangetroffen. Volgens Crombaghs & Gubbels (1996) duidt de vangst van dergelijk kleine barbelen op voortplanting in Nederland. Ook De Vocht (2003) concludeert dat voortplanting in Nederland mogelijk is, door waarnemingen van paaiactiviteit in de Geul en de Grensmaas, en de vangsten van juvenielen in de Geul.

Gesteld kan worden dat de barbeel bezig is met een comeback. Sinds de jaren negentig wordt de barbeel in steeds meer (stromende) wateren gevangen en ook in steeds grotere aantallen. Het is vrijwel zeker dat natuurlijke voortplanting in Nederland succesvol verloopt (zie o.a. Crombaghs & Gubbels, 1996; De Vocht, 2003).

### 3.3 Migratie

De barbeel is geen vissoort die over grote afstanden migreert. De juvenielen verblijven veelal op dezelfde locaties als waar ze zijn geboren, in de relatief ondiepe delen van de rivier. Naarmate de barbeel groter wordt, migreren ze naar dieper water (Banarescu & Bogutskaya, 2003). Hunt & Jones (1974b) vonden door barbelen in de rivier de Severn te merken, dat 86% van de gemerkte vissen in de periode van mei tot december 1972 niet verder van 5 km van de vangplaats migreerden. De overige 14% migreerden verder tot een maximale afstand van 34 km van de vangplaats. Eenzelfde soort experiment werd uitgevoerd door Peñáz *et al.* (2002) in de Jihlava rivier in Tsjechië. Ongeveer 70% van de vissen werden beschouwd als "resident" en verbleven in een 250-780 m lang deel van de rivier. De overige 30% van de populatie migreerden verder van de vangplaats, tot 1680 m stroomafwaarts en 2020 m stroomopwaarts. In de zomerperiode migreert de barbeel vooral korte (< 3 km) en soms langere afstanden (Baras, 1992; Lucas & Batley, 1996; Philippart & Baras, 1996; allen in: Lucas & Baras, 2001). Volgens Baras (1993) heeft de barbeel in de zomer, herfst en winter een beperkte home range van minder dan 2600 m. Tijdens de paiperiode worden soms dagelijkse afstanden van 3 tot 12 km afgelegd. Volgens Dottrens (1952; in Banarescu & Bogutskaya, 2003) migreren barbelen soms grote afstanden tot 303 km in 37 dagen.

In het voorjaar verzamelen de adulte barbelen zich in scholen en beginnen de migratie stroomopwaarts naar de paaigebieden. De paaigebieden liggen meestal op korte afstand van het foerageergebied in relatief ondiepe delen van de rivier. In de Donau zouden grote barbelen uit de benedenloop van de rivier voor de paai grote afstanden afleggen naar de bovenlopen van zijrivieren, maar hier is geen bewijs voor

gevonden (Banarescu & Bogutskaya, 2003). In de Severn paaien de meeste barbelen binnen de grenzen van hun permanente habitat (Hunt & Jones, 1974a). Holcik & Hensel (1972) kwamen tot dezelfde conclusie. Volgens Lucas & Baras (2001) is bij de barbeel het zogenaamde 'reproductive homing' waargenomen. Hierbij keren de barbelen terug naar eerder gebruikte paaiplaatsen. Ook het zogenaamde 'post-reproductive homing' is waargenomen, waarbij de barbelen na de paai terugkeren naar het eigen foerageergebied. Dit laatste wordt bevestigd door De Vocht (2003) voor barbelen uit de Grensmaas. Ook Baras (1997) en Lucas (2000; in Lucas & Baras, 2001) toonden beiden aan dat de barbeel 'homing' gedrag vertoont bij verplaatsing uit het eigen leefgebied.

Lucas & Frear (1997) onderzochten de passeerbaarheid van een stuw in de rivier de Nidd in Engeland, door barbelen te voorzien van transponders tijdens stroomopwaartse migratie naar de paaigronden. Bij een stroomsnelheid van 1,1 tot 1,8 m/s kon 40% van de gemerkte barbelen de stuw passeren.

In de Ourthe houden barbelen zich overdag en 's nachts op in de diepere, langzaam stromende delen van het water, en migreren tijdens de avond- en ochtendschemer naar ondiepe, snelstromende delen om te foerageren (Baras, 1995b). De grootte van deze migraties is afhankelijk van de mate van heterogeniteit van het leefgebied. In de rivieren de Nidda en de Ourthe werden dagelijkse migraties geconstateerd van niet meer dan 12 meter in de delen van de rivier waar de 'pools' en 'riffles' elkaar in hoog tempo afwisselen. Daar waar de 'pools' en 'riffles' verder uit elkaar lagen waren de verplaatsingen veel groter, tot enkele honderden meters (Pelz & Kästle, 1989; Baras, 1992; beiden in Lucas & Baras, 2001).

In de Ourthe zoeken in de zomerperiode volgens Baras & Nindaba (1999) 0+-barbelen in de ochtend ondiep, langzaam stromend habitat in een baai op, om tijdens avondschemer te verplaatsen naar nabij gelegen ondiepe stroomversnellingen. Dit is waarschijnlijk te wijten aan de hogere temperatuur in de baai overdag, en de beschutting die de baai biedt tegen predatoren. De barbeellarven van 12 tot 20 mm vorklengte verbleven dag en nacht in het langzaam stromende water van de baai.

In de winter vormen barbelen grotere groepen en zoeken ze dieper water op om te overwinteren (Fetter, 1986; Banarescu & Bogutskaya, 2003).

## **3.4 Voortplanting**

### **3.4.1 Paaigedrag en bevruchting**

De barbeel paait onder natuurlijke omstandigheden éénmaal per jaar (Poncin, 1992; Poncin *et al.*, 1985; Baras, 1994; Baras 1995a: allen in Ebel, 2003; OVB, 1988). Banarescu & Bogutskaya (2003) stellen echter dat de barbeel twee tot drie maal per jaar paait. Ook Poncin (1991) heeft barbelen waargenomen die twee maal per jaar paaien. Deze vissen werden gehouden in bekkens, gevoed met rivierwater. Onder laboratoriumomstandigheden zijn echter wel 15 paaiperioden per jaar

waargenomen, met duidelijke tussenpozen van circa 15 dagen (Poncin *et al.*, 1985 en 1987; Poncin, 1989, 1991 en 1992; allen in Ebel, 2003).

In het voorjaar trekken de barbelen stroomopwaarts (Baras & Cherry, 1990), de mannetjes en juvenielen doen dit eerder dan de vrouwtjes (Lucas & Batley, 1996). Meestal verzamelen de mannetjes zich ongeveer een week voor de paai bij de paaigronden (Hancock *et al.*, 1976; Baras, 1992, 1994; allen in Lucas & Baras, 2001). Vrouwtjes verblijven niet meer dan 48 uur op de paaiplaats, terwijl mannetjes langer blijven, waarschijnlijk op zoek naar ontvankelijke vrouwtjes (Baras, 1994; Lucas & Batley, 1996; beiden in Lucas & Baras, 2001).

De paaitrek wordt veroorzaakt door een voortdurend stijgende watertemperatuur, en mogelijk ook door het afnemend debiet (Baras & Cherry, 1990). De trek naar deze gebieden gebeurt bij schemer en in de nacht. Het paaien gebeurt gedeeltelijk ook overdag (Heuschmann, 1957; Baras & Cherry, 1990), met name in de ochtenduren (Baras, 1992). Hierbij wordt de bodem flink omgewoeld (Heuschmann, 1957).

Hancock (1975) onderzocht het paaigedrag van barbeel in een zijrivier van de rivier Hull. Het vrouwtje trekt stroomopwaarts naar de grindbank en wordt hierbij vergezeld door een groep mannetjes. Deze mannetjes hebben haar opgewacht in diepere gedeelten.

Door Poncin (1994) wordt een poging tot paaien van een mannelijke vlagzalm (*Thymallus thymallus*) met een foeragerende barbeel in de rivier de Ourthe beschreven.

### **3.4.2 Paaiperiode**

De paaitijd loopt van mei tot begin juli (OVV, 1988; Gerstmeier & Romig, 2000; Banarescu & Bogutskaya, 2003), en is afhankelijk van de watertemperatuur. In uitzonderlijke gevallen kan de paai als in april beginnen of uitlopen tot midden augustus (Banarescu & Bogutskaya, 2003).

Meestal begint de paai bij een temperatuur van ongeveer 14 tot 18°C (Philippart, 1987; OVB, 1998; Banarescu & Bogutskaya, 2003). Echter in sommige gebieden begint de paai al bij een watertemperatuur van 10 tot 13°C (Banarescu & Bogutskaya, 2003). Barbelen in de Ourthe beginnen met paaien zodra de watertemperatuur minimaal 13,5°C bedraagt. Indien de watertemperatuur later in de paaiperiode lager wordt, wordt het paaien direct gestaakt, tot dat de temperatuur weer boven de 13,5°C komt (Baras & Philippart, 1999).

De paaiactiviteit is het grootst bij temperaturen van 15 of 16°C tot 23 of 25°C. Bij temperaturen van boven de 25°C wordt het paaien gestaakt (Banarescu & Bogutskaya, 2003). In de Dnjeestr paait de barbeel voor een eerste maal bij temperaturen van 14,6 tot 19,2°C, terwijl voor een tweede maal wordt gepaaid bij 18,2 tot 25,2°C. In het Dubossarskoye Reservoir wordt de eerste maal gepaaid bij 13 tot 17°C en een tweede en zelfs derde maal bij 18 tot 24°C (Bodareu & Karlov, 1984).

**Tabel 3.1 Paaiperioden en watertemperaturen tijdens de paai in diverse Europese wateren (naar: Ebel, 2003).**

Water	Paaiperiode	Watertemperatuur °C	Auteur
Driffield Beck	eind mei - eind juni	13,5	Hancock <i>et al.</i> , 1976
- algemeen	-	15,6 - 20,0	Alabaster & Lloyd, 1980
- algemeen	-	14 - 20	Humpesch <i>et al.</i> , 1981
Vlara	mei - midden juni	-	Krupka, 1986
Mehaigne	mei - juni	-	Philippart, 1990
Ourthe	19 mei - 25 mei	19,3	Baras & Cherry, 1990
Ourthe	23 mei - 26 mei	18,3 - 23,0	Baras, 1992
Ourthe	4 mei - 22 mei	13,6 - 19,7	Baras, 1992
Ourthe	22 mei - 1 juni	13,5 - 19,5	Baras, 1992
Ourthe	28 april - 12 mei	13,5 - 19,6	Baras, 1995a
Helme	25 mei - 26 mei	≥ 14,5	Ebel, 1996
Saale	13 mei	≥ 14,7	Ebel, 1999
Nidd	25 mei - 17 juni	-	Lucas & Batley, 1996
Helme	2 mei - 5 mei	-	Ebel, 2000
Nidd	begin juni - begin juli	-	Lucas & Frear, 1997
Dnjestr	-	14,6 - 25,2	Bodareu & Karlov, 1984
Dubossarskoye Reservoir	-	13 - 24	Bodareu & Karlov, 1984

### 3.4.3 Paaihabitat

Het paaien gebeurt op een diepte van 30-40 cm op een vlakke bodem van stenen en grind met een flinke stroming (Philippart, 1987). Deze grindbedden liggen doorgaans in of net stroomopwaarts van de monding van een zijriviertje (Lelek, 1980). Ook volgens Hancock (1975) paaien barbelen op grindbanken.

In de rivier de Ourthe werden paaiende barbelen waargenomen boven grindbanken met een korrelgrootte van 2 tot 5 cm, een diepte van 10 tot 26 cm en een stroomsnelheid van 26 tot 67 cm/s (Baras *et al.*, 1996). Volgens Baras (1992) wordt vooral gepaaid op plaatsen van 15 tot 24 cm diep bij een stroomsnelheid (10 cm boven het substraat) van 28 tot 43 cm/s.

Banarescu & Bogutskaya (2003) trokken de volgende conclusies na bestudering van een grote hoeveelheid literatuur door verschillende auteurs; de paaiplaatsen van de barbeel hebben een substraat bestaande uit stenen, grind of zand. Er wordt ook gepaaid in kunstmatige aangelegde wateren met hetzelfde substraat. De diepte van de paaiplaatsen varieert van 0,5 tot 3 meter, maar meestal wordt er gepaaid op diepten van 1 tot 1,5 meter. De stroomsnelheid boven de paaiplaatsen varieert tussen de 0,3 en 1,2 m per seconde, en bedraagt meestal tussen de 0,5 en 0,7 m per seconde.

### 3.4.4 Sex-ratio bij de voortplanting

De barbeel paait in groepen van 1 vrouwtje en tot 20 mannetjes (Kostyutchenko, 1965; Zhukov, 1965; in Banarescu & Bogutskaya, 2003). Volgens Hancock (1975) paait het vrouwtje meestal met 2-5 mannetjes tegelijk. Baras (1992) noemt aantallen van 600 mannetjes tegenover 9 vrouwtjes.

### 3.4.5 Gonaden en fecunditeit

De fecunditeit van vrouwelijke barbelen stijgt met toenemende lengte, gewicht en leeftijd (zie tabel 3.2) (Banarescu & Bogutskaya, 2003). De absolute fecunditeit van verschillende locaties varieert van 3000 tot 155400 eieren.

De relatieve fecunditeit volgens Bauch (1955) is 8000-12000/kg en volgens Heuschmann (1957) 6400-9000/kg. In het stroomgebied van de Dnjestr varieert de relatieve fecunditeit van 9600-58500/kg (Opalatenko, 1966; Bodareu & Zelenin, 1980; in Banarescu & Bogutskaya, 2003). In de Dnjepr varieerde de absolute fecunditeit van 14640 tot 41000 eieren (Syrovatskaya, 1927; Nosal, 1947; in Banarescu en Bogutskaya, 2003). In de Ourthe is het aantal afgezette eieren per kg lichaamsgewicht gemiddeld 12000 (Phillipart, 1987).

**Tabel 3.2 De gemiddelde absolute en relatieve fecunditeit van de barbeel *Barbus barbus* in verschillende leeftijd en grootte klassen in de rivier de Dnjestr (naar: Bodareu & Zelenin, 1980; in Banarescu & Bogutskaya, 2003).**

Lichaamslengte in millimeter						
	341-400	401-460	461-521	521-580	581-620	
Aantal (n)	35	94	33	13	5	
Absolute fecunditeit	13.2	28.6	51.2	76.8	108.3	
Relatieve fecunditeit	15.1	22.3	29.0	25.4	30.6	
Lichaamsgewicht in kilogram						
	0.6-1.2	1.2-1.8	1.8-2.4	2.4-3.0	3.0-4.0	
Aantal (n)	43	69	33	14	6	
Absolute fecunditeit	16.0	36.7	53.9	64.9	111.7	
Relatieve fecunditeit	16.6	24.3	26.4	25.9	31.5	
Leeftijd in jaren						
	3+	4+	5+	6+	7+	8+
Aantal (n)	20	55	31	19	8	2
Absolute fecunditeit	14.1	25.9	40.1	59.2	76.2	150.5
Relatieve fecunditeit	16.6	20.9	25.6	29.7	25.4	35.5

### 3.4.6 Geslachtsrijpe leeftijd/lengte

Mannelijke barbelen zijn eerder geslachtsrijp als vrouwelijke exemplaren. Bij een lengte van 14 tot 16 cm, een gewicht van 47 tot 68 gram en een leeftijd van 3 tot 4 jaar wordt voor het eerst gepaaid. Vrouwtjes paaien voor het eerst bij een lengte van 20 tot 22 cm, een gewicht van 119 tot 135 gram en een leeftijd van 4 tot 5 jaar (Dovgan, 1956, 1964; Zhukov, 1965; Opalatenko, 1966; Bogatu & Stancioiu, 1968; Rolik, 1971; Bodareu, 1976; in Banarescu & Bogutskaya, 2003). Volgens Peñáz (1977) zijn mannetjes eerder geslachtsrijp als vrouwtjes, meestal al bij een leeftijd van 2 jaar. Barbelen in de Dnjepr zijn één jaar eerder geslachtsrijp als barbelen uit andere rivieren, meestal al na 2 jaar voor mannetjes en 3 jaar voor vrouwtjes (Nosal, 1949). In de bovenloop van de Dnjepr worden vrouwtjes geslachtsrijp bij een leeftijd van 4 jaar en een lengte van 30 tot 35 cm (gewicht 400 tot 700 gram) (Kostyutchenko, 1965). In de Ourthe wordt de mannelijke barbeel geslachtsrijp na 3 à 4 jaar (lengte 13 cm).



De vrouwelijke barbeel is dit pas veel later: na 8 jaar bij een lengte van 35 cm is 50 % geslachtsrijp (Philippart, 1987).

## 3.5 Ontogenese

**Tabel 3.3**      **Overzicht van de verschillende levensstadia van de barbeel.**

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 het moment dat de vis geslachtsrijp wordt
adult	vanaf het moment dat het dier geslachtsrijp is tot de dood.

### 3.5.1 Ei-stadium

De eieren van de barbeel hebben een gelige (Banarescu & Bogutskaya) of goudgele (Heuschmann, 1957) kleur en een diameter van 2 mm (Heuschmann, 1957; Zhukov, 1965; in Banarescu & Bogutskaya, 2003) tot 2,5 mm (Nosal, 1947; in Banarescu & Bogutskaya). Bodareu & Zelenin (1980; in Banarescu & Bogutskaya) vonden een relatie tussen de diameter van de eieren en de lengte van de vrouwelijke barbeel in de Dnjestr rivier. De diameter van rijpe eieren in vrouwtjes van 35 tot 41 cm lengte was 1,00 tot 1,55 mm, terwijl in vrouwtjes van 42 tot 62cm lengte de grootte van de eieren varieerde van 1,57 tot 2,52 mm.

De eieren hebben een kleverig omhulsel (Heuschmann, 1957; Banarescu & Bogutskaya, 2003) en plakken aan het substraat vast (Heuschmann, 1957). Na korte tijd (na 15 tot 20 minuten) verliezen de eieren hun plakkerigheid (Vladimirov & Bodareu, 1975; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003) en worden ze door de stroming verspreid over de bodem

Na 1 tot 2 weken komen de eieren uit, afhankelijk van de watertemperatuur. Bij 6-8°C komen de eieren na 13-16 dagen uit (Heuschmann, 1957). In kweekexperimenten bij 15-22°C bleken de eieren na 4-7 dagen uit te komen (Phillippart, 1982). Bij een constante temperatuur van 20°C kwamen de eieren na 4 dagen uit (Peñáz, 1971). Bij een temperatuur van 13 tot 17°C duurde het 6 dagen (Banarescu & Bogutskaya, 2003) voordat de eieren uitkwamen, en bij 17,1°C duurt het 5 dagen (Gyrko *et al.*, 1957). In de rivier de Dnjepr duurt het 5 tot 6 dagen bij een watertemperatuur van 17 tot 19°C en 4 tot 5 dagen bij een watertemperatuur van 20°C voordat de eieren uitkomen (Nosal, 1947; Kostyutchenko, 1965).

### 3.5.2 Embryonale en larvale stadium

Net uitgekomen dooierzaklarven (=embryo's) hebben een totale lengte van 8 mm, na 10 dagen bereiken ze een lengte van 12 mm (Nosal, 1947; Movchan & Smirnov, 1981). De dooierzaklarven zijn lichtschuw en verbergen zich tussen de kiezelstenen voor een periode van ongeveer 10 dagen (Philippart, 1987). Hierna is de dooierzak geresorbeerd en zwemmen de larven vrij in het water (pelagiaal) en zijn dan niet langer

lichtschuw; ze voeden zich met zoöplankton dat op zicht bejaagd wordt (OVB, 1988). In kweeksituaties wordt dit pelagiale stadium 9-14 dagen na bevruchting bij een temperatuur van 15-22°C bereikt (Philippart, 1982). Bij een constante temperatuur van 20°C duurt het dooierzakstadium slechts 6 dagen en wordt het larvale stadium 10 dagen na de bevruchting bereikt (Peñáz, 1971).

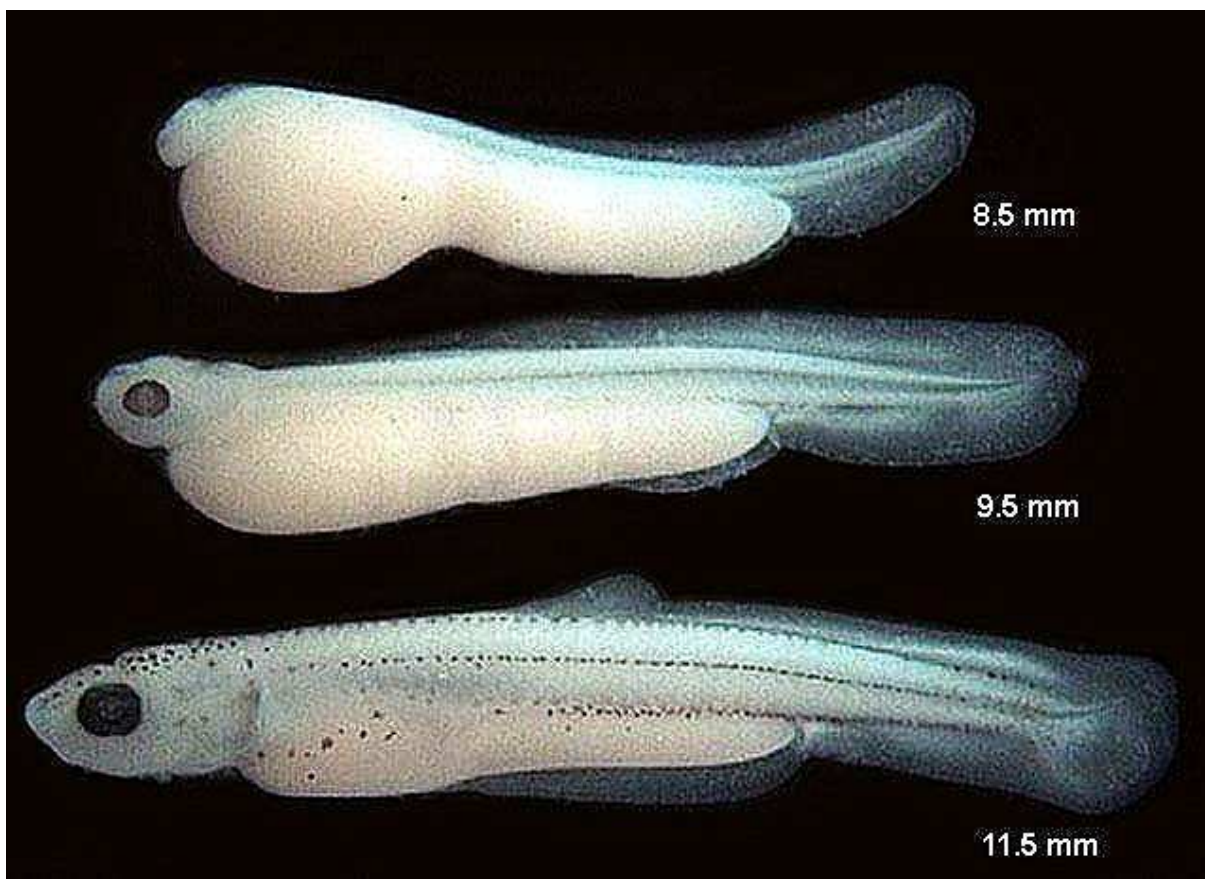
**Tabel 3.4 Stadia van de vroege ontogenese bij de barbeel *Barbus barbus* (naar: Bodareu & Karlov, 1984; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003).**

Stadium	Tijd vanaf bevruchting	Tijd vanaf uitkomen	Water temperatuur, °C	Tl., mm	Gewicht, g
Embryonic 1	1,5 tot 2 uur	-	18,6	-	-
Embryonic 2	2 tot 9 uur	-	18,6	-	-
Embryonic 3	20 tot 24 uur	-	18,6 - 19	-	-
Embryonic 4	28 tot 34 uur	-	-	-	-
Embryonic 5	2 dagen	-	17,7	-	-
Embryonic 6	3 tot 4 dagen	-	17,7	-	-
Embryonic 7	8 tot 9 dagen	2 uur - 4 tot 5 dagen	16,3 - 21,3	7,7 - 9,8	-
Embryonic 8	10 tot 16 dagen	6 tot 12 dagen	14,8 - 18,9	9,6 - 11	-
Embryonic 9	17 tot 18 dagen	13 tot 14 dagen	16,3 - 17,1	11,6 - 12,1	-
Larval 1	18 tot 24 dagen	15 tot 20 dagen	17,7	11,5	-
Larval 2	25 tot 30 dagen	12 tot 26 dagen	19,9	12,2 - 13,4	-
Larval 3	31 tot 36 dagen	27 tot 32 dagen	20,8	14 - 15,5	-
Larval 4	37 tot 44 dagen	33 tot 40 dagen	22,5	17,3 - 20,7	3,1
Larval 5	45 tot 49 dagen	41 tot 45 dagen	22,3	18,7 - 21,8	2,9 - 5,5
Larval 6	50 tot 57 dagen	46 tot 53 dagen	-	27	20

Çalta (1998) vond een toename van versgewicht bij toenemende leeftijd, drooggewicht daarentegen nam licht af. De ontwikkeling van het skelet begint pas 4 dagen na uitkomen. Ontwikkeling van de kieuwen wordt op dag 3 voor het eerst waargenomen.

In ondiepe maar goed doorstroomde oeverzones zakken de zwemmende larven in de schemering of 's nachts stroomafwaarts naar rustiger en dieper water (OVB, 1988). Copp *et al.* (2002) beaamen dit. Zij vonden significant hogere dichtheden aan stroomafwaarts driftende barbeellarven tijdens de nacht en de ochtendschemer, in vergelijking met overdag en de avondschemer.

Overdag houden de larven zich schuil voor predatoren (OVB, 1988). Na ongeveer 30 dagen na de bevruchting wordt het alevin (juveniel) stadium bereikt, althans in kweekexperimenten bij een gemiddelde temperatuur van 22,6°C (Philippart, 1982). Volgens Krupka (1988a) duurt het larvale stadium 24 dagen.



Diverse larvale stadia van de barbeel (bron: Pinder, 2001).

### 3.5.3 Juvenile stadium

Het juveniele stadium begint bij een lengte van 20 mm (Peñáz, 1973; Philippart, 1982; Schmidt, 1982; Krupka, 1988a; in Ebel, 2003). Dit stadium duurt tot de vissen geslachtsrijp zijn.

Juvenile barbelen zijn egaal zilvergrijs van kleur en hebben vaak onregelmatig verdeelde donkere vlekken op de flanken (zie paragraaf 2.2).



Juvenile barbelen zijn licht van kleur en hebben donkere vlekken op de flanken en rug.

### 3.5.4 Adulte stadium

Mannetjes worden geslachtsrijp bij een lengte van circa 15 cm en een leeftijd van 2 tot 4 jaar. Voor vrouwtjes gebeurt dit bij een lengte van 20 tot 35 cm, en een leeftijd van 3 tot 8 jaar (zie ook paragraaf 3.4.6) (Dovgan, 1956, 1964; Zhukov, 1965; Opalatenko, 1966; Bogatu & Stancioiu, 1968; Rolik, 1971; Bodareu, 1976; in Banarescu & Bogutskaya, 2003; Peñáz, 1977; Nosal, 1949; Kostyutchenko, 1965; Philippart, 1987). Het is niet bekend hoe lang de reproductieve fase duurt. Aangenomen mag worden dat een adulte barbeel geslachtsrijp blijft totdat het dier overlijdt. Wellicht dat de productiviteit van hele oude vissen afneemt.

### 3.5.5 Levensduur

Volgens Philippart (1987), De Nie (1997) en de OVB (1988) kan de barbeel 25 jaar oud worden. Volgens Sabaneyev (1911) kunnen barbelen een leeftijd van 15 tot 20 jaar bereiken. In de Jihlava rivier kunnen barbelen volgens Peñáz *et al.* (2003) een leeftijd van 17 jaar bereiken. Door Kraiem (1982) werden 14 jaar oude barbelen (mannetjes) aangetroffen in de Rhone rivier in Frankrijk, maar merkte hierbij op dat sommige vissen wellicht een leeftijd van 20 jaar of meer konden bereiken.

De levensverwachting van de mannetjes en de vrouwtjes is verschillend (Ebel, 2003), de vrouwtjes worden ouder dan de mannetjes. Zo bereiken mannelijke individuen slechts een leeftijd van 8 tot 11 jaar, en bij uitzondering 12 tot 13 jaar (Peñáz & Pozárová, 1973; Olivia *et al.*, 1979; Peñáz, 1977; Kovacek-Mann, 1972: allen in Ebel, 2003). De hogere leeftijd van vrouwtjes ten opzichte van mannetjes wordt ook beschreven door andere auteurs. Zo zijn in de Oslava rivier mannelijke barbelen aangetroffen van 13 en vrouwelijke barbelen van 15 jaar oud (Peñáz & Pozárová, 1973). Hochman (1955) vond vrouwelijke en mannelijke barbelen in de Svratka rivier van respectievelijk 17 en 12 jaar oud. De verschillende levensverwachting is het gevolg van verschillen in mortaliteit. Peñáz (1977) vond in de Rokytna rivier voor mannetjes van 6 tot 8 jaar een gemiddelde jaarlijkse mortaliteit van 45,3 %, terwijl de gemiddelde jaarlijkse mortaliteit bij vrouwtjes van 9 tot 13 jaar slechts 40,8% betrof. Ook in de Oslava rivier werden deze verschillen aangetroffen. Mannetjes van 7 tot 9 jaar oud hadden een mortaliteit van 46,4%, bij de vrouwtjes van 8 tot 14 jaar daarentegen bedroeg de mortaliteit slechts 29,4%.

Volgens Micha (1971) vormt leeftijdsbepaling door middel van schubben geen betrouwbare methode voor de barbeel vanwege het ontbreken van duidelijke jaarringen. Hunt & Jones (1975) vonden echter wel duidelijke jaarringen, maar geven tevens aan dat 'valse' jaarringen vaak voorkomen en dat de leeftijd van barbelen ouder dan acht jaar niet meer nauwkeurig is vast te stellen.

In de Jihlava rivier in Tsjechië bedroeg de gemiddelde jaarlijkse overleving  $0,862 \pm 0,093$  (Peñáz *et al.*, 2003). Grote verschillen tussen overleving in de perioden lente-herfst (zomerperiode) en herfst-lente (winterperiode) werden echter waargenomen. In de zomerperiode

bedroeg de gemiddelde overleving  $0,470 \pm 0,046$ , terwijl dit in de winterperiode  $0,939 \pm 0,094$  was. Mogelijk werd de significant lagere overleving in de zomerperiode veroorzaakt door migratie van een deel van de populatie naar andere delen van de rivier, waardoor het berekende overlevingsgetal wordt verminderd.

## **3.6 Groei, lengte en gewicht**

### **3.6.1 Lengte en gewicht**

De barbeel wordt maximaal 70 tot 100 cm lange. De Nie (1997) noemt een maximale lengte van 70 cm. Volgens Philippart & Baras (1989: in Ebel, 2003) kan de barbeel een maximale lengte bereiken van 100 cm Heuschmann (1962: in Ebel, 2003) noemt een maximale lengte van "iets meer dan één meter".

De grootste barbelen in de riviertjes de Roer (Wijmans & Aarts, 2004) en de Swalm (Wijmans & Gerlach, 2005), gevangen tijdens visserijkundige onderzoeken, waren respectievelijk 60 en 66 cm lang. De grootste in Nederland gevangen barbeel aan de hengel had een lengte van 80 cm (Visblad, 2006a).

De maximale lengte is de Ourthe was 70 cm bij een gewicht van 3 kilo (Philippart, 1987). Baras *et al.* (1994) maken melding van een barbeel van 74 cm vorklengte in het Belgische deel van de Maas. Volgens Banarescu & Bogutskaya (2003) bedroeg de maximale lengte in de Zuidelijke Boeg-rivier in de Oekraïne 51 cm, de gemiddelde lengte lag tussen de 24 en 42 cm In de rivier de Warta bedroeg de maximale standaardlengte 58 cm (Przybylski *et al.*, 2004).

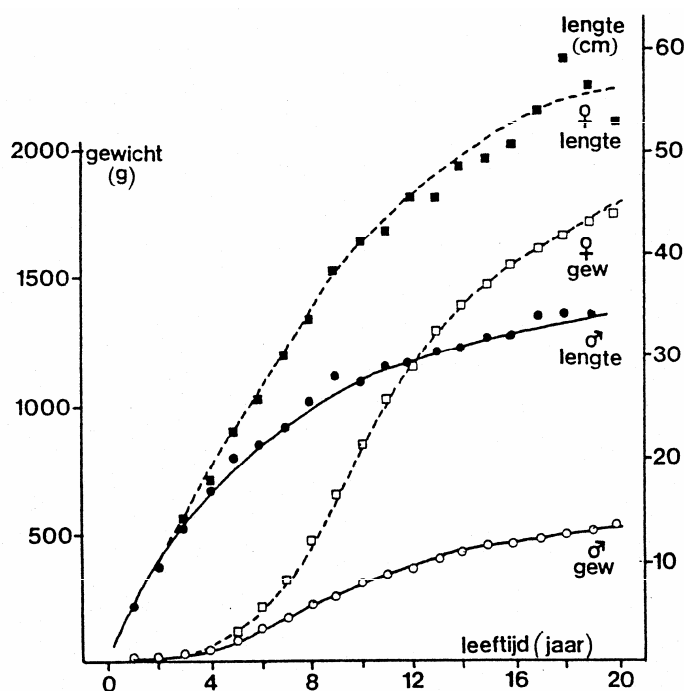
Het maximale gewicht dat de barbeel kan bereiken bedraagt meestal 4 tot 5 kg, maar kan soms 10 tot 12 kg bedragen en in extreme gevallen kan tot 16 kg bereikt worden (Kessler, 1856; Berg, 1949; Zhukov, 1965; Nosal, 1947: in Banarescu & Bogutskaya, 2003). De meeste vissen blijven kleiner (Banarescu & Bogutskaya, 2003). Barbelen van meer dan 5 kg worden zelden gevangen (OVV, 1988). Door Oliva *et al.* (1979: in Banarescu & Bogutskaya, 2003) wordt melding gemaakt van de vangst van een barbeel met een gewicht van 12,75 kg in de Salzach rivier in Oostenrijk, in 1853. Jenkins (1942: in Banarescu & Bogutskaya, 2003) maakt melding van een exemplaar van 8,0 kg gevangen in Engeland. In de bovenloop van de Dnjepr bedroeg het maximale gewicht 2 tot 3 kg, tot maximaal 5 kg, bij een lengte van 50 tot 60 cm (Kostyutchenko, 1965; Zhukov, 1965: in Banarescu & Bogutskaya, 2003).

Het Engelse hengelrecord staat momenteel op 21 lb, 1 ounce (circa 9,5 kg). Deze vis is gevangen in de rivier Great Ouse (The Barbel Society, 2007). De zwaarste in Nederland gevangen barbeel aan de hengel had een gewicht van 6 kilo (Visblad, 2006a).

### 3.6.2 Lengtegroei

Volgens Banarescu & Bogutskaya (2003) is de barbeel een relatief snelgroeiende vissoort.

De groeisnelheid van de barbeel verschilt per geografisch gebied. Zo was de groei van de barbeel in de Ourthe over het algemeen langzaam (zie figuur 3.3). Na 5 jaar werd een gemiddelde lengte van 21 cm bereikt (Philippart, 1987).



**Figuur 3.3** Groei van de barbeel in de Ourthe (België) in lengte en gewicht (naar Philippart, 1982).

Vrouwelijke barbelen groeien sneller dan mannelijke exemplaren (Bodareu & Karlov, 1984; in Banarescu & Bogutskaya, 2003; Ebel, 2003), zoals is te zien in figuur 3.3. Door Philippart (1987) werd dit verschijnsel ook waargenomen in de Ourthe, de groei van de mannetjes was er trager dan van de vrouwtjes: na 10 jaar waren de mannetjes 27 cm lang en de vrouwtjes 41 cm.

De groei is dichtheidsafhankelijk gebleken in de rivier de Severn in Engeland. De barbeel kwam oorspronkelijk niet voor in deze rivier en is hier in 1956 uitgezet. Na 10 jaren van snelle groei nam de relatieve groeisnelheid sterk af, waarschijnlijk doordat de barbelenstand te dicht en daardoor het voedselaanbod beperkend werd (Churchward *et al.*, 1984).

Door Keller & Vordermeier (1994; in Govedič *et al.*, 2002) is een relatie beschreven tussen de lengte van de vijfde kieuwboog (pharyngeal bone) en de totaallengte.

$$TL = 17,23 * PBL1 + 0,84$$

(TL = totaallengte in cm; PBL1 = vijfde kieuwboog lengte in mm)

Przybylski *et al.* (2004) beschrijven de relatie tussen de totaallengte (TL) en de standaardlengte (SL), waarbij de relatie is gebaseerd op 59 vissen uit de rivier de Warta met een lengte variërend van 24,3 tot 58,4 (SL;  $r^2=0,989$ ):

$$TL=15,202+1,142*SL$$

Tevens beschrijven deze auteurs een relatie tussen standaardlengte (SL) en schub radius (Sr):

$$SL=3,955*Sr+139,483 \quad (r^2=0,5027)$$

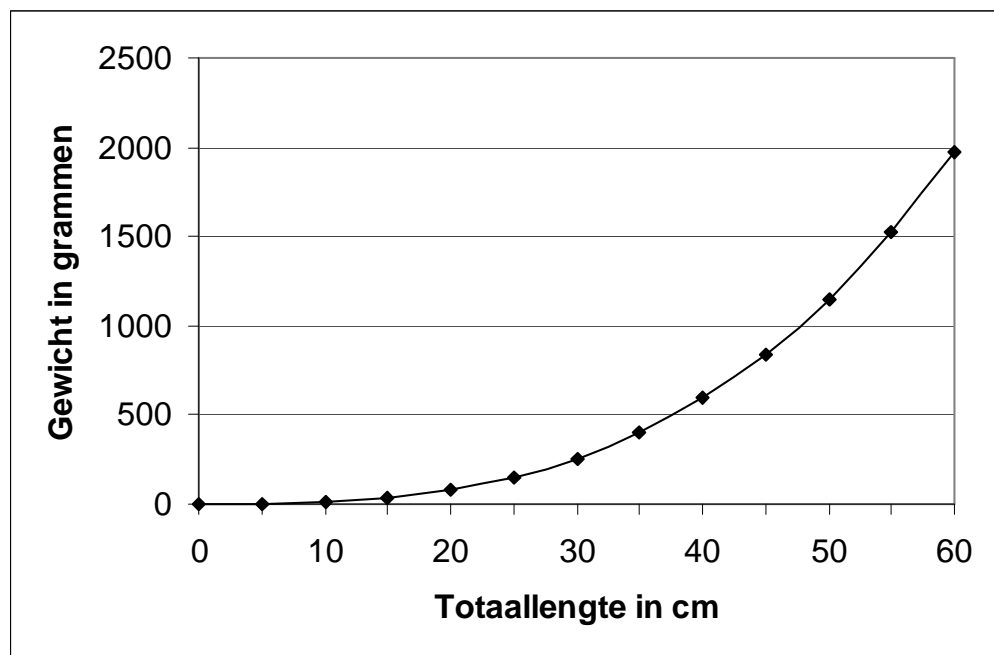
### 3.6.3 Lengte gewichtverhouding

Klein Breteler & De Laak (2003) hebben de lengte gewicht relatie bepaald voor de barbeel in Nederland:

$$G=0,010*(TL)^{2,971}$$

(G = gewicht in gram, TL= totaallengte in cm)

waarbij de relatie is gebaseerd op data van 57 vissen met een lengte tussen 10 en 60 cm TL ( $r^2 = 0,998$ ). Zie ook figuur 3.4.



**Figuur 3.4** Lengte-gewicht relatie barbeel in Nederland (naar Klein Breteler & De Laak, 2003).

## 3.7 Voedsel

### 3.7.1 Foerageergedrag

De barbeel is een typische bodemvis die zijn voedsel zoekt tussen de stenen en het zand gedurende de schemer en de nacht (OVb, 1988;

Philippart, 1987). Met de bekdraden en de dikke uitstulpbare lippen wordt het voedsel gevoeld en geproefd. De reukzin is hierbij eveneens van belang (Van Emmerik & De Nie, 2006).

De voedselopname van de barbeel varieert met de seizoenen. Er wordt het meest gefoerageerd na het paaien, vóór de overwintering en in de maanden voor het paaien. Tijdens de paaiperiode en de overwintering, is de voedselopname van de barbeel beperkt. Tijdens deze perioden zullen adulte vissen gewoonlijk niet foerageren (Gyurko *et al.*, 1964 in: Banarescu & Bogutskaya, 2003). Volgens Baras (1995b) en Lucas & Baras (2001) foerageren adulte barbelen bij watertemperaturen van meer dan 10 - 12°C vooral tijdens de avond- en ochtendschemer. Indien de temperatuur daalt verschuift de foerageerperiode naar overdag.

Freyhof (1996) nam waar hoe juveniele barbelen in de luwheid van kiezels en kleine stenen, wachtten op voorbij drijvende voedseldeeltjes.

Volgens Baras (1992) liggen de voedselgebieden van barbelen van meer dan 20 cm vorklengte, vooral in de ondiepe, snelstromende delen van het water, met een diepte van 22 tot 40 cm bij een stroomsnelheid (10 cm boven het substraat) van 26 tot 46 cm/s.

### 3.7.2 Voedsel

De barbeel is een omnivore vis met een voorkeur voor dierlijk voedsel. Het voedsel bestaat uit insectenlarven, wormen, kreeftachtigen, weekdieren en soms ook kleine vis of visbroed. Plantendelen en organisch afval worden eveneens gegeten (OVB, 1988; De Groot, 1991; Banarescu & Bogutskaya, 2003). Volgens Gerstmeier & Romig (2000) wordt af en toe ook viskuit en aas gegeten. Vanaf circa 20 cm lengte worden actief weekdieren gegeten. In grotere exemplaren worden regelmatig viskuit en visbroed aangetroffen (Nosal, 1947; Zhukov, 1965). Het dieet van de barbeel is erg variabel en afhankelijk van grootte, leeftijd en seizoen (Banarescu & Bogutskaya, 2003).

In de Severn bleek het voedsel van de barbeel voor 60% uit kokerjufferlarven te bestaan en voor 30% uit de vlokreeft *Gammarus pulex* (Hunt, 1971). Vonnegut (1983) vond dat barbeel in de Ems zich hoofdzakelijk voedde met *Mollusca*, gammariden en de larven van *Ephemeroptera*, *Trichoptera* en chironomiden. Volgens Lammens & Hoogenboezem (1991) eet barbeel erg vaak muggenlarven en regelmatig vis, micro-crustaceeën, molluscan en detritus/algen. Waterplanten worden incidenteel gegeten.

Uit een onderzoek in de middenloop van de Severn bleek dat in de maanden januari tot maart circa 47% van het voedsel uit aas of lokvoer van sportvissers bestond (Hunt, 1971).

De jonge barbelen (0+) voeden zich met zoöplankton (OVB, 1988). Uit een onderzoek uit de Waal bleek het voedsel van juvenielen tot 20 mm vooral uit vrij zwemmende copepoden te bestaan. Vanaf 20 mm bestond het voedsel vooral uit bentisch zoöplankton en macro-invertebraten. Barbelen hadden zich bij een lengte van 2 cm al gespecialiseerd op



bentisch voedsel (Cornelissen, 1998). In de Sieg in Duitsland voeden barbeel larven tot 20 mm totale lengte zich voornamelijk met *Ephemeroptera* (74%) en *Diptera* (25%), voornamelijk chironomiden larven. Ook voor juvenielen van 20 tot 100 mm totale lengte was dit het voornaamste voedsel (respectievelijk 53% en 41%). Juvenielen vanaf 30 mm totale lengte voeden zich ook met *Hydracarina* (Bischoff & Freyhof, 1999).



**Enkele soorten dierlijk voedsel die regelmatig op het menu van de barbeel staan, met de klok mee: vlokreeft (*Gammarus pulex*), driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en muggenlarven (*Chironomidae*).**



In kweekexperimenten werden zowel larven als alevins (O+ juvenielen) met zoöplankton gevoed. Bij een leeftijd van 90 dagen werden ze eveneens op chironomiden gekweekt (Philippart, 1982). Wolnicki & Górný (1995) voedden barbeellarven droog voer, *Artemia salina* nauplii, en een mengsel van beiden. Overleving na 15 dagen was in alle gevallen 99%. Groei was beduidend beter met *Artemia*, in vergelijking met droog voer.

### 3.8 Genetische aspecten

Hybridisatie van de barbeel en de Mediterrane barbeel *Barbus meridionalis* is vastgesteld in de Lergue rivier, een zijrivier van de Hérault in het zuiden van Frankrijk (Crespin & Berrebi, 1994; Banarescu & Bogutskaya, 2003) en in een zijrivier van de Donau in Roemenië (Banarescu & Bogutskaya, 2003).

Philippart en Berrebi (1990) hebben onder laboratorium omstandigheden vrouwelijke *Barbus barbus*, gekruist met mannelijke *Barbus meridionalis*. De hieruit resulterende F1 hybriden vertoonden dezelfde groei en sexueel dimorfisme als zuivere *Barbus barbus* welke werden opgekweekt onder

dezelfde omstandigheden. Vrouwelijke F1 hybriden werden op tweejarige leeftijd geslachtsrijp en produceerden vruchtbare eieren, terwijl ook de mannelijke hybriden geslachtsrijp werden maar geen sperma produceerden.

De barbeel is tetraploid (Banarescu & Bogutskaya, 2003).  $2n=100$ . Barbelen uit Frankrijk hebben 100 chromosomen, verdeelt in 12 metacentrische, 48 submetacentrische en 40 acrocentrische chromosomen (Hafez *et al.*, 1978 in: Banarescu & Bogutskaya, 2003).

### 3.9 Populatie dynamica

De populatiedichtheid van de barbeel in de Jihlava rivier werd door Peňáz *et al.* (2003) door middel van de Petersen merk-terugvangst methode bepaald op  $303 \pm 110$  vissen per hectare. De populatiedichtheid werd ook bepaald met de Jolly-Seber merk terugvangst methode, waarbij een aantal van 425 vissen per hectare werd gevonden. In de Berounka rivier werd door Pivnička (unpubl. data in: Peňáz *et al.*, 2003) in de jaren 1998-2002 een populatiedichtheid van  $1206 \pm 464$  vissen per hectare aangetroffen, en in de rivier de Severn werden door Hunt & Jones (1974a) barbeel dichtheden geschat van 240 tot 2020 vissen per hectare. In de onderstaande tabel worden van verschillende rivieren in diverse landen bestandsdichtheden gegeven.

**Tabel 3.5 Biomassa-gegevens van de barbeel in diverse Europese rivieren (naar: Ebel, 2003).**

Water	Periode	Barbeelbestand				Auteur
		Aantal vissen per hectare	Kilogrammen per hectare	Totaal Aantals-aandeel	Totaal Gewichts-aandeel	
Severn	1971-1972	1020	-	-	-	Hunt & Jones, 1974a
Ourthe	1971-1975	1400	195	-	65	Philippart & Baras, 1989
Jihlava	1971-1976	872,5	203,8	31,6	47,9	Peňáz & Stouracova
	1977-1984	363,7	105,2	37,0	53,5	
	1985-1988	58,1	14,9	6,0	10,5	
Ourthe	1989	91	29,6	-	-	Baras, 1992
	1990	100	27,5	-	-	
				-	-	
Jihlava	1972	852	135,8	15,1	29,3	Lusk, 1996
	1992	305	48,3	8,9	16,9	
Rokytna	1968	658	54,6	5,0	10,8	Lusk, 1996
	1992	326	41,2	3,7	14,4	
Svratka	1969-1970	637	191,1	24,4	44,8	Lusk, 1996
	1989-1990	97	36,1	8,2	23,7	
Oslava	1968-1973	664	135,6	9,0	24,8	Lusk, 1996
	1992	265	44,9	3,9	10,6	
Svitava	1969	564	63,3	8,1	14,3	Lusk, 1996
	1992	63	8,2	1,8	3,1	

Volgens Ebel (2003) zijn bij de meeste barbeelpopulaties de mannetjes in de meerderheid tegenover de vrouwtjes, ca 1,5 tot 15 keer zoveel mannetjes als vrouwtjes (zie ook tabel 3.6).

**Tabel 3.6 Geslachtsverhouding in diverse barbeelpopulaties (naar: Ebel, 2003).**

Water	Geslachtsverhouding (mannetjes : vrouwtjes)	Auteur
Svratka	1,5 - 2,0 : 1	Hochman (1955) in Peñáz (1977)
Turiec	11 : 1	Bastl et al. (1975) in Peñáz (1977)
Rokytna	2,03 : 1	Peñáz (1977)
Oslava	3,07 : 1	Peñáz (1977)
Jihlava	1,55 : 1	Peñáz (1977)
Ourthe	15 : 1	Philippart (1987) in Baras (1994)
Jihlava	6,07 : 1	Peñáz & Stouracova (1991)

### 3.10 Parasieten / ziekten

Er zijn diverse parasieten en ziekteverwekkers die bij de barbeel een verminderde gezondheid en de dood kunnen veroorzaken. In de onderstaande tabel (tabel 3.7) wordt een overzicht gegeven van bij de barbeel aangetroffen parasieten en ziektekiemen.

**Tabel 3.7 Parasieten en ziektekiemen aangetroffen bij de barbeel *Barbus barbus* L. (naar: Banarescu & Bogutskaya, 2003).**

Protozoa	<i>Trypanosoma barbi</i> , <i>Cryptobia barbi</i> , <i>Eimeria carpelli</i> , <i>Myxosoma branchialis</i> , <i>M dujardini</i> , <i>M tisiae</i> , <i>Myxobolus bramae</i> , <i>M cordis</i> , <i>M ellipsoides</i> , <i>M impressus</i> , <i>M lobatus</i> , <i>M macrocapsularis</i> , <i>M mülleri</i> , <i>M mülleriformis</i> , <i>M musculi</i> , <i>M oviformis</i> , <i>M pfeifferi</i> , <i>M squame</i> , <i>Myxidium pfeifferi</i> , <i>Chloromyxum barbi</i> , <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> , <i>Trichodina domerguei</i> , <i>Plisthophora longifillilis</i> , <i>Glossatelia piscicola</i> ;
Monogenoidea	<i>Dactylogyrus carpathicus</i> , <i>D. dyki</i> , <i>D. malleus</i> , <i>Gyrodactylus barbi</i> , <i>G. hemibarbi</i> , <i>G. katharineri</i> , <i>G. malmbergi</i> , <i>G. merkewitchi</i> , <i>G. pussilus</i> , <i>Diplozoon paradoxum</i> , <i>Paradiplozoon homoin</i> , <i>P. megan</i> , <i>P. tidae</i> , <i>P. zeller</i> ;
Trematoda	<i>Allocreadium carparum</i> , <i>A. isoporum</i> , <i>A. isoporum macrorchis</i> , <i>A. imitans</i> , <i>Aspidogaster limacoides</i> , <i>Bucephalus polymorphus</i> , <i>Crowcroecum skrjabini</i> , <i>Diplostomum spataceum</i> , <i>Palaeorchis incognitus</i> , <i>Phyllodistomum elongatum</i> , <i>P. folium</i> , <i>Posthodiplostomum cuticola</i> , <i>Opisthorchis felineus</i> , <i>Parascocotyle longa</i> , <i>Cotylurus pillatus</i> , <i>Tylodelphys clavata</i> ;
Nematoda	<i>Rhaphidascaris acus</i> , <i>Rhabdochona acuminata</i> , <i>R. denudata</i> , <i>R. filamentosa</i> , <i>Cuculanus dogieli</i> , <i>Capillaria brevispicula</i> .
Cestoda	<i>Caryophyllaeus brachycollis</i> , <i>C. laticeps</i> , <i>C. syrdarjensis</i> , <i>Glaridacris brachyurus</i> , <i>Biacetabulum appendiculatum</i> , <i>Caryophyllaeides fennica</i> , <i>Khawia baltica</i> , <i>Eubothrium crassum</i> , <i>Bathybothrium rectangulum</i> , <i>Bothriocephalus gowkongensis</i> , <i>B. opsariichthydis</i> , <i>Ligula intestinalis</i> , <i>Proteocephalus torulosus</i> ;
Acanthocephala	<i>Acanthocephalus anguillae</i> , <i>A. lucii</i> , <i>Neoechinorhynchus rutili</i> , <i>Neogryporhynchus chelancristotus</i> , <i>Pomporhynchus laevis</i> ;
Hirudinea	<i>Hemiclepsis marginata</i> , <i>Phagicola longa</i> , <i>Piscicola geometra</i> , <i>Cystobranchus respirans</i> , <i>Caspiobdella fadejevi</i> ;
Crustacea	<i>Argulus coregoni</i> , <i>Caligus lacustris</i> , <i>Ergasilus briani</i> , <i>E. sieboldi</i> , <i>E. tissesii</i> , <i>Lernaea cyrinacea</i> . <i>L. esocina</i> , <i>Lamproglana pulchella</i> , <i>Tracheliaster polycolpus</i> .

De groei kan sterk worden vertraagd door de darmparasiet *Pomphothynchus laevis*. Deze oranje-rode wormpjes hechten zich massaal aan de darmwand, waardoor de voedselopname wordt geremd. Hierdoor kan er vermagering optreden ondanks een goede voedselsituatie (OVB, 1988). In de rivier de Severn zijn alle barbelen besmet met deze parasiet. De aantallen van *Pomphothynchus laevis* stijgen met de grootte van de vis en in sommige exemplaren zijn meer dan 400 van deze wormpjes aangetroffen. Ook in andere Engelse rivieren, zoals de Dorset Stour, Hampshire Avon en Kennet, is de parasiet aangetroffen (Hunt, 1971). Een andere ziekte die bij barbeel voorkomt is een vorm van builenpest, veroorzaakt door de bacterie *Myxobolus pfeifferi*. Door infectie van de huid met deze bacterie ontstaan builen die van tijd tot tijd openbarsten. Deze ziekte is meestal snel dodelijk en zal daarom weinig invloed hebben op de groei over meerdere jaren (OVB, 1988).

Banarescu (1964) maakt melding van de volgende parasieten aangetroffen in de Donau rivier in Roemenië: *Myxobolus physophilus*, een protozoa, en *Diplostomum clavatum* en *Neascuticola* sp. Baska (1997) beschrijft een nieuwe soort protozoa, de *Goussia koertingi*, in barbeel gevangen in de rivier de Donau nabij Boedapest.

Volgens Baras (1992) duurt het 4 tot 6 weken voordat een wond, in de buik gemaakt door een incisie, in volwassen barbelen is genezen.

### 3.11 Verontreinigingen

Hugla & Thomé (1999) onderzochten de effecten van PCB's op de barbeel. Hiertoe werden 3 tot 5 jarige barbelen uit de Belgische Maas blootgesteld aan twee verschillende PCB-gehalten (2,5 en 12,5 µg per gram) in het voer. Dit leverde veranderingen in de leverstructuur en verhoogde kans op leverafwijkingen op. Daarnaast waren de PCB's van invloed op de voortplanting van de barbelen. Bij de mannetjes ging de kwaliteit van het hom niet achteruit, echter, bij de vrouwtjes werd de voortplanting wel negatief beïnvloed. De mortaliteit van de eieren en larven steeg significant met het gehalte aan PCB's in de eieren. De vissen met de hoogste gehalten aan PCB's namen zelfs niet deel aan de paai. Accumulatie van PCB's in de barbeel is van dezelfde orde van grootte als bij de aal (*Anguilla anguilla*) in Noord-Europa (Hendriks & Pieters, 1993; Haiber & Scholer, 1994: in Hugla & Thomé, 1999), welke bekend staat als meest verontreinigde vissoort (Hugla & Thomé, 1999).

In Engeland onderzochten Tyler & Everett (1993) het voorkomen van morfologische afwijkingen in de rivieren de Teme, Kennet en Lee. In de rivieren de Teme en de Kennet werden weinig afwijkingen aangetroffen. In deze rivieren werden geen tumoren of zweren aangetroffen en in de Teme had slechts 2% van de vissen vinbeschadigingen of oogafwijkingen, 5% bloedingen aan de buikzijde, en 3% had extra baarddraden of schade door vishaken. In de Kennet had slechts 1% vinbeschadigingen of bloedingen aan de buikzijde, 5% had schade door vishaken, en 7% had extra baarddraden. In de Kennet werden in vergelijking met de Teme, wel meer gevallen van oogafwijkingen aangetroffen (10%) en werden

tumoren (2%) gevonden op de vissen. In de Lee werden morfologische afwijkingen regelmatig aangetroffen. Tumoren en vinbeschadigingen werden in 14% en 19% van de gevangen vissen aangetroffen, terwijl 36% bloedingen aan de buikzijde hadden en 34% extra baarddraden. Ongeveer 25% van de vissen hadden tumoren en 72% oogafwijkingen. Tyler & Everett vermoeden een verband met de waterkwaliteit en de gezondheid van de vis. In de meest vervuilde rivier, de Lee, werden de meeste afwijkingen aangetroffen.

## 3.12 Plaats in het ecosysteem

### 3.12.1 Predatoren

Een belangrijke predator die een barbeelbestand aanzienlijk kan doen afnemen is de aalscholver (*Phalacrocorax carbo*). De barbeel is erg gevoelig voor predatie door aalscholvers. Zo is in het riviertje de Ahr in Duitsland in drie jaar tijd de visstand, en het barbeel bestand, met meer dan 75% afgenomen (Schwevers & Adam, 1998). Ook in de Roer, is de aalscholver waarschijnlijk de oorzaak van het ontbreken van barbelen van 9 tot 46 cm in de vangst, tijdens een onderzoek naar de visstand van deze rivier (Wijmans & Aarts, 2004). Suter (1997) noemt de barbeel als een van de voornaamste componenten in het dieet van de aalscholver in rivieren. In de rivieren de Sava (Govedič *et al.*, 2002) en de Drava (Govedič & Janžekovič, 2003) in Slovenië bestond het voedsel van de aalscholver voor een deel uit barbeel. In de Sava varieerde de lengte van de door aalscholvers gevangen barbelen van 17 cm tot 30 cm (Govedič *et al.*, 2002). In de Drava varieerde de lengte van 15 tot 36 cm en het gewicht van 43 tot 434 gram (Govedič & Janžekovič, 2003).

Een minder voor de hand liggende, maar wellicht belangrijke predator van de barbeel is de kopvoorn. Watkins *et al.* (1997) vermoedden een roofdier-prooi relatie tussen adulte kopvoorns en 0+ barbelen die in hetzelfde habitat voorkomen. Baras & Nindaba (1999) bevestigen dit vermoeden. Zij noemen  $\geq 1+$  kopvoorn ( $\geq 90$  mm) de voornaamste potentiële predator van 0+ barbelen in de rivier de Ourthe. Ook Copp *et al.* (2002) noemen de kopvoorn als een van de voornaamste predatoren van barbeellarven in de rivier de Lee. Wijmans & Gerlach (2005) vermoedden een relatie tussen de achteruitgang van juveniele barbeel en de spectaculaire toename van het kopvoorn bestand in het riviertje de Swalm.

Doordat de eieren van de barbeel giftig zijn en heftig braken veroorzaken, vermoeden Gerstmeier & Romig (2000) dat ze daardoor tot op zekere hoogte veilig zijn voor broedrovers. Volgens Watkins *et al.* (1997) echter verzamelen scholen kopvoorns en elritsen zich achter paaiende barbelen om alle eieren die niet direct worden afgezet tussen het paaisubstraat, te consumeren. Volgens Zhukov (1965) is het kuit alleen giftig net voor en direct na de paai. De rest van het jaar zou het kuit eetbaar zijn.

Barbeel-larven zijn (net als de larven van de meeste vissoorten) erg gevoelig voor predatie door allerlei vissoorten en insecten(larven). Juveniele en kleine adulte barbelen hebben, naast de aalscholver en de kopvoorn, vooral te vrezen van visetende vogels, zoals blauwe reigers en visarenden, en roofvissen zoals snoek, baars, meerval en beekforel. Ook de otter vormt een potentiële predator van de barbeel.

### **3.12.2 Competitie**

In de literatuur zijn weinig te vinden over competitie om voedsel of leefgebied tussen barbeel en andere vissoorten. Verondersteld mag worden de barbeel voornamelijk competitie ondervindt van andere witvissoorten die in hetzelfde leefgebied voorkomen, zoals serpeling, blankvoorn, kopvoorn en in mindere mate sneep (voedt zich in grote mate met algen). Vooral in de larvale en vroege juveniele stadia zal de competitie tussen de barbeel en deze soorten het grootst zijn. Volgens Cornelissen (1998) kan van concurrentie tussen de winde en de barbeel geen sprake zijn. De barbeel is een specifieke macro-invertebraten eter op de bodem en de winde is een allrounder die zijn voedsel uit alle lagen van de waterkolom haalt. Daarbij is het dieet van de winde gevarieerder dan de barbeel.

## 4 Habitat- en milieu-eisen

### 4.1 Watertemperatuur

De temperatuur van het water in de barbeelzone varieert in de zomer van 15-22°C (Philippart & Vranken, 1983). De maximale watertemperatuur in de zomer ligt hoger dan 20°C (De Groot, 1991). In tabel 4.1 zijn de watertemperaturen gegeven van verschillende Europese rivieren waarin barbeel veelvuldig voorkomt.

**Tabel 4.1 Diepte, stroomsnelheid, watertemperatuur, zuurstofgehalte en biologisch zuurstofverbruik (BOD of BZV) van enkele barbeelrivieren in Europa. De waarden hebben betrekking op het gehele jaar tenzij anders wordt vermeld.**

	Diepte (meter)	Stroomsnelheid (cm/s)	Temperatuur (°C)	Zuurstofgehalte (mg/l)
Pilica (1)	1,2 - 2,3	gem 70 (hoofdstroom)	2 - 22	3,7 - 8,4 (BOD 2,2 - 14,2)
Ourthe (2)	0 - 3		1 - 23	10 - 12 (BOD 0,8 - 4,3)
Nidda (3) (zomer)	0 - 1,5 (gem 0,8)	10 - 100	? - 23	7 - 9,5
Boven-Rhône (4)	0,5 - 3 (zomer)		max. > 25	
Ems (5)	0,2 - 3	15 - 100	2 - 20	6 - 12
Severn (6)		.. - 1,2	4 - 20	(BOD 0,3 - 7)

#### Paai

Als de watertemperatuur in het voorjaar een temperatuur van 8 tot 10°C of meer bereikt, komt de paaitrek op gang (Banarescu & Bogutskaya, 2003). Bij een plotselinge daling van de temperatuur kan deze trek weer tot stilstand komen (De Groot, 1991). In sommige wateren begint de paai activiteit bij een temperatuur van 10 tot 13°C, terwijl in andere wateren de temperatuur minstens 14 tot 17°C moet bedragen (Vainstein, 1958; Bodareu & Karlov, 1984; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003). Het grootste deel van de paai activiteit vindt plaats bij temperaturen van 15 à 16°C tot 23 à 25°C. Indien de temperatuur verder stijgt, wordt de paai gestaakt (Vladimirov & Bodareu, 1975; Szabo, 1959; 1962; Rakovich, 1980; Bodareu, 1976; Bodareu & Karlov, 1984; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003). Volgens Dovgan (1964) vindt de paai meestal 's nachts plaats, bij een watertemperatuur van 15 tot 16°C bij de bodem. De paaitemperatuur ligt volgens Alabaster & Lloyd (1982) meestal tussen 15,6 en 20°C, zelden bij 27-29°C. Wieser (1991) geeft als paaitemperatuur 8-16°C. Volgens Philippart (1987) wordt in de Ourthe gepaaid bij een temperatuur van 14-18°C. Baras *et al.* (1996) noemt een minimale dagelijkse watertemperatuur van 13,5°C noodzakelijk voor het op gang brengen van paaiactiviteit. In de Ourthe. Indien de temperatuur

onder deze drempelwaarde daalt, wordt het paaien gestaakt. Baras & Cherry (1990) nam paaiende barbelen waar bij een temperatuur van 19°C. In de Driffield Beck werd gepaaid bij een temperatuur van 13,5°C (Hancock et al., 1976). In de rivier de Dnjestr worden volgens Bodareu & Karlov (1984) de eerste eieren afgezet bij een watertemperatuur van 14,6 tot 19,2°C, terwijl bij 18,2 tot 25,2°C herhaaldelijk eieren worden afgezet. In het Dubossarskoye Reservoir, werden die eerste eieren afgezet bij 13 tot 17°C, terwijl er voor een tweede en derde maal werd gepaaid bij temperaturen tussen de 18 en 24°C. Volgens Poncin *et al.* (1985) konden opgekweekte, paarijpe barbelen die werd gehouden bij een temperatuur van 17-23°C (gem 20°C), met succes worden afgestreken.

### **Ei-fase**

Uit laboratoriumexperimenten blijkt dat de overleving van de eieren optimaal is bij 12 tot 16°C en dat er geen overleving is bij 8 en 22°C (Churchward *et al.*, 1984). Volgens Wieser (1991) is de optimale temperatuur voor de ontwikkeling van de embryo's in experimenten 14 tot 20°C. De eieren komen na 8 dagen uit bij een temperatuur van 16°C (Philippart & Vranken, 1983). In kweekexperimenten bleek dat de eieren eerder uitkomen bij een hogere temperatuur: bij 17,6°C na 7 dagen en bij 21,3°C na 4 dagen (Philippart, 1982). De resultaten van Peñáz (1973) komen hiermee overeen. In kweek-experimenten kwamen de eieren na 8 dagen uit bij 16°C, na 6 dagen bij 18°C en na 4 dagen bij 20°C. Volgens Philippart (1982) heeft de temperatuur (tussen 15 en 22°C) geen invloed op de overleving op het moment van uitkomen van de eieren. De overleving van de dooierzaklarven is echter groter bij 22°C (84,5%) dan bij 18 tot 20°C (65-71%). Bovengenoemde temperaturen zijn in de natuur geen uitzondering tijdens en na de paaitijd. In de Ourthe liep de watertemperatuur op van 8 naar 23°C gedurende de periode van mei tot juli 1989. Gedurende de ontwikkeling van de eieren en de dooierzaklarven varieerde de temperatuur van 19 tot 23°C (Baras & Cherry, 1990).

### **Larven en juvenielen**

Barbeellarven die werden gehouden in een aquarium bij een temperatuur van 14,8 tot 18,9°C begonnen bij een leeftijd van 14 dagen met het opnemen van voedsel, en waren bij een leeftijd van 20 dagen volledig onafhankelijk van de dooierzak (Vladimirov & Bodareu, 1975).

Barbeellarven die werden gehouden bij een hogere temperatuur van 19,1 tot 24,5°C waren beduidend sneller met het omschakelen, bij een leeftijd van 6 tot 7 dagen werden de eerste voedseldeeltjes opgenomen en vanaf 13 tot 14 dagen waren ze volledig onafhankelijk van de dooierzak (Bodareu & Karlov, 1984).

Bij een temperatuur van 20 tot 24°C bleken larven en juvenielen drie tot vier keer zo snel te groeien dan in de Ourthe. Hierbij waren voeding en zuurstofgehalte optimaal (Philippart, 1982). Bij larven en ook bij jonge juvenielen bleek de sterfte in de kweek nauwelijks toe te nemen bij temperaturen van 25°C (met maximaal 27-29°C) (Philippart, 1982). De groei was beter bij gemiddelde temperaturen van 20 tot 23,5°C dan bij 17,7°C (Philippart, 1982).



De groei van 0+ juvenielen is afhankelijk van de temperatuur. Bij een temperatuur van 13°C of lager wordt geen groei waargenomen, bij 16°C is er nauwelijks groei en bij 24°C is de groei optimaal (Philippart, 1982). Bij juveniele barbelen van 6 tot 12 cm lengte bleek dat een temperatuur van 30°C dodelijk was na 24 uur (Kraiem & Pattee, 1980). Copp (1989) vond in de Boven-Rhône dat 0+ barbelen zich minder vaak ophielden in gedeelten waar de temperatuur hoger dan 25°C was dan in gedeelten waar de temperatuur 15 tot 25°C bedroeg.

### **Adulten**

Over temperatuurpreferenties van adulten is weinig bekend. In de kweek bleek barbeel goed te groeien bij temperaturen van 17 tot 23°C en een goede zuurstofvoorziening (Poncin *et al.*, 1986). Als de temperatuur in het najaar onder de 8 tot 10°C zakt, wordt het foerageren gestaakt en verzamelen de barbelen zich in groepen om te overwinteren (Banarescu & Bogutskaya, 2003). Baras (1995b) beschouwt 4°C als ondergrens voor activiteit bij barbeel.

## **4.2 Zuurstofgehalte**

De barbeel is gevoelig voor zuurstofgebrek (Banarescu & Bogutskaya, 2003). Volgens Syrovatskiy & Gudimovich (1927) is de barbeel uit de Dnjepr erg gevoelig voor zuurstofgebrek en vindt in de winterperiode sterfte plaats als het zuurstofgehalte laag is. In de Pilica rivier werden echter barbelen gevangen ter hoogte van een riooluitlaat bij een jaarlijks gemiddeld zuurstofgehalte van 6 mg/l (Penczak & Zalewski, 1981). Maar ook bij een gemiddeld zuurstofgehalte van 5,4 mg/l (variërend van 3,7 tot 6,9 mg/l) werden barbelen gevangen (24 tot 72 vissen/ha). De overige rivieren waarin barbeel werd gevangen hebben allen een hoger zuurstofgehalte (tabel 4.1 en tabel 4.2).

In succesvolle kweekexperimenten werden de eieren en larven bij een zuurstofgehalte van 9 mg/l gehouden (17,7 tot 23,5°C) (Philippart, 1982). Volgens Philippart & Baras (1989) is vooral het dooierzakstadium gevoelig voor lage zuurstofgehalten.

In kweeksituaties groeien 0+ juvenielen goed bij zuurstofgehalten van meer dan 5 mg/l bij een temperatuur van 20 tot 24°C (Philippart & Baras, 1989). In aquariumproeven met een temperatuur van 20°C bleek dat 50% van de juveniele barbelen van 6-12 cm lengte doodgingen bij een zuurstofgehalte van 2 mg/l. De zuurstofconcentratie die na 24 uur lethaal is, werd berekend op 2,1 mg/l (Kraiem & Pattee, 1980).

## **4.3 Zuurgraad**

Volgens Philippart (1989; in: Ebel, 2003) ligt de optimale pH-waarde voor de barbeel tussen 7,4 en 8,0. De barbeel is tolerant voor pH-waarden tussen 6,1 en 8,2.

**Tabel 4.2 pH-waarden en zuurstofgehalten (in mg/l) in enkele wateren waar barbeel voorkomt (naar: Ebel, 2003).**

	Wateren					
	1	2	3	4	5	6
pH-waarde	7,5 - 8,0	7,5 - 8,4	7,1 - 7,5	7,8 - 8,4	7,0 - 8,4	7,7 - 8,3
Zuurstofgehalte	8 - 11	7,9 - 14,1	7,3 - 10,4	6,2 - 12,3	5,8 - 11,6	6,1 - 11,4

1 = Ourthe                      3 = Ourthe                      5 = Unstrut  
2 = Maas                        4 = Saale                        6 = Helme

## 4.4 Doorzicht en licht

Er is weinig bekend over de voorkeur van de barbeel voor veel of weinig doorzicht.

Aangezien de barbeel zich goed voortplant in het redelijk troebele water van de Severn (Hunt, 1971), zou dat betekenen dat de troebelheid van het water geen beperkende factor hoeft te zijn. Volgens Hofbauer (1963) echter werd de opwaartse paaimigratie van barbeel geremd door toenemende turbiditeit, ook al waren temperatuur en stroomsnelheid gunstig. Dit duidt op een voorkeur voor helder water in de paaigebieden. Hancock *et al.* (1976) nam paaiende barbelen waar in de Driffield Beck op grindbedden waarover helder water stroomde.

De lengte van de lichtperiode per dag is van invloed op het paaigedrag van de barbeel. Poncin (1992) vond dat paaigedrag verminderde indien de lichtperiode met 2 of 8,5 uur werd verminderd.

Volgens Baras (1992 en 1995b; in Lucas & Baras, 2001) is de lichtintensiteit van belang bij de dagelijkse verplaatsing van schuil- naar foerageerhabitat.

## 4.5 Saliniteit

De barbeel is een vis van het zoete water, en komt niet voor in zout of brak water.

## 4.6 Stroomsnelheid

In de barbeelzone van de rivier is de stroomsnelheid gemiddeld 10-25 cm/s (De Groot, 1991). In Tabel 4.1 zijn stroomsnelheden gegeven van diverse Europese barbeelrivieren.

### Adulten

Voor adulte barbelen is een van plaats tot plaats variërende stroomsnelheid gewenst aangezien de grotere barbelen (>40 cm) vooral in de langzaam stromende, diepere gedeelten van de rivier voorkomen en de kleinere barbelen (15-35 cm) zich vaak in ondiepe, snelstromende delen bevinden (Lelek, 1980; Fetter, 1986). De grotere barbelen worden echter ook in snelstromende gedeelten aangetroffen, voornamelijk om te foerageren. Baras & Cherry (1990) namen waar dat barbelen (van 41 en 53 cm) in de schemering hun voedsel zochten in ondiepe, snelstromende gedeelten van de rivier ("riffles"). Ook in de Ems werden barbelen (35 en

43 cm) gevangen in het gedeelte onder de spoorbrug waar de stroomsnelheid aan het oppervlak 30 cm/s bedroeg (Vonnegut, 1938). In de rivier de Nidda (Dld) bleek dat adulte barbeel (40-53 cm) de snelstromende en ondiepe delen met stroomsnelheid van 10-110 cm/s prefereerde boven de kalmere en diepere stukken van de rivier met een stroomsnelheid van 5-60 cm/s, gemiddeld 30 cm/s (Pelz & Kästle, 1989).

De voorkeur van barbeel voor een hoge stroomsnelheid blijkt eveneens uit ander onderzoek. In de Ourthe bij Harmoir werd de dichtheid aan barbelen geschat op 390 kg/ha in de snelstromende gedeelten tegen 132 kg/ha in de kalmere delen (Philippart, 1972). Ook in de Pilica rivier werden meer barbelen gevangen in de snelstromende gedeelten (25 en 110 kg/ha) dan in de langzaam stromende gedeelten (17 kg/ha) (Penczak *et al.*, 1976). Bij het populatie-onderzoek van Hunt & Jones (1974) in de Severn werden alle barbelen gevangen op de "riffles", rotsige ondiepten met snelstromend water. De maximale stroomsnelheid gedurende de zomer was hier 1,2 m/s. In de Swalm daarentegen werden de meeste barbelen (lengte variërend van 19 tot 65 cm) gevangen in de luwte van obstakels bij lage stroomsnelheden van minder dan 0,10 m/s (Wijmans & Gerlach, 2005).

### **Paai**

Bij de paai is een flinke stroomsnelheid boven het vlakke kiezelbed een vereiste (De Groot, 1991). De stroomsnelheid kan variëren van 0,3 tot 1,2 m/s, maar ligt meestal tussen de 0,5 en 0,7 m/s (Szabo, 1959; Spillmann, 1961; Banarescu, 1964; Dovgan, 1964; Zhukov, 1965; Opalatenko, 1966; Oliva *et al.*, 1968; Wheeler, 1969; Holcik & Hensel, 1972; Hunt & Jones, 1974; Vladimirov & Bodareu, 1975; Bodareu, 1976; Movchan & Smirnov, 1981; Bodareu & Karlov, 1984; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003). In de rivier de Ourthe bedroeg de stroomsnelheid boven de paaiplaatsen 0,26 tot 0,67 m/s (Baras *et al.*, 1996).

### **Larven en juvenielen**

Larven en kleine juvenielen prefereren gebieden met weinig stroming. Volgens Copp (1989) komen 0+ barbelen het meest voor in stilstaande gedeelten in het riviersysteem, minder in zwakstromend en het minst in snelstromende gedeelten. Volgens Watkins *et al.* (1997) prefereren 0+ barbelen habitat dicht bij de oever zonder stroming.

Die voorkeur van 0+ barbelen voor gebieden met weinig stroming verandert naarmate de lengte toeneemt. Volgens Lelek (1980) houden juvenielen zich altijd op in ondiepe, snelstromende gedeelten. Ook tijdens een visserijkundig onderzoek in de rivier de Roer, werden vrijwel alle juveniele barbelen (3 tot 9 cm totale lengte) gevangen bij ondiepe grind- en kiezelbanken waar de stroomsnelheid hoger was dan in de overige delen van de rivier (Wijmans & Aarts, 2004).

Volgens Freyhof (1996) prefereren barbellarven de ondiepe, langzaam stromende oevers van de rivier. Bij toenemende lengte worden meer en meer de sneller stromende delen opgezocht zoals grindbanken. Juvenielen (gemiddelde lengte 43 mm) hebben een uitgesproken voorkeur voor ondiepe, snelstromende grindbanken. De bevindingen van Freyhof worden bevestigd door Bischoff & Freyhof (1999). Larven en kleine juvenielen tot 3 cm totale lengte werden in de rivier de Sieg vooral aangetroffen in

gebieden met geen tot weinig stroming. Juvenielen vanaf 6 cm totale lengte werden vrijwel uitsluitend aangetroffen op snelstromende grindbanken. Juvenielen van 7 tot 9 cm totale lengte hielden zich bij voorkeur op in gebieden met stroomsnelheden tot 120 cm/s, voor juvenielen van 9 tot 10 cm totale lengte was dit zelfs nog hoger. Tussen de 3 en 6 cm totale lengte vond een overgang plaats van habitat met een geringe stroomsnelheid naar habitat met hoge stroomsnelheden.

Juvenielen zijn ook in het stilstaande water gevonden van het Trimpley reservoir, dat in verbinding staat met de Severn (Engeland). Hier groeiden barbelen van 1-4 jaar oud even snel als in de Severn zelf (Davies, 1971), waaruit blijkt dat een goede groei ook mogelijk is in stilstaand water.

## 4.7 Waterdiepte

Volgens Huet (1959) wordt de barbeelzone van de rivier gekenmerkt door een matige diepte tot 2 m. Volgens Hunt & Jones (1974a) is de barbeelzone juist karakteristiek voor variatie in diepte, waarbij putten van soms 10 meter diep voor kunnen komen zoals in de Severn. Volgens Dovgan (1964; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003) en Rolik (1971; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003) prefereert de barbeel water met een diepte van 2 tot 6 meter. In tabel 4.1 zijn de dieptes van verschillende Europese barbeelrivieren gegeven.

De verblijfplaatsen van grotere en kleinere adulte barbelen zijn verschillend van diepte. De grotere barbelen (>40 cm) houden zich bij voorkeur op in de diepere gedeelten (1-1,5 m bij laagste waterstand) waar minder stroming staat. De kleinere barbelen (15-35 cm) concentreren zich voornamelijk in de ondiepere gedeelten van 30-70 cm diepte met een snelle stroming (Fetter, 1986). Ook in de Severn werden grotere barbelen (>2 kg) voornamelijk in diepere gaten gevangen (Hunt & Jones, 1974a). In de Pilica rivier werd adulte barbeel (gemiddeld 35-50 cm) in de zomer gevangen op diepten van 1-2,3 m (Penczak & Zalewski, 1974). Volgens Banarescu & Bogutskaya (2003) prefereren juveniele barbelen ondiep water tot 2 meter diepte.

Uit ander onderzoek blijkt dat adulte barbelen ook op ondiepe stukken gesignaleerd worden. Baras & Cherry (1990) namen van twee barbelen waar dat foerageren steeds in de schemering plaatsvond op de ondiepe, snelstromende gedeelten van de rivier ("riffles"). Pelz (1989) meldt dat adulte barbelen van 40-53 cm lengte overdag de ondiepe (0-50 cm), snelstromende stukken prefereren boven de rest van de rivier de Nidda (gemiddeld 80 cm diep). Volgens Watkins *et al.* (1997) prefereren 1+ en oudere barbelen dieper water.

De diepte van de paaiplaatsen varieert van 0,5 tot 3,0 meter, meestal wordt gepaaid op een diepte van 1,0 tot 1,5 meter (Szabo, 1959; Spillmann, 1961; Banarescu, 1964; Dovgan, 1964; Zhukov, 1965; Opalatenko, 1966; Oliva *et al.*, 1968; Wheeler, 1969; Holcik & Hensel, 1972; Hunt & Jones, 1974; Vladimirov & Bodareu, 1975; Bodareu, 1976; Movchan & Smirnov, 1981; Bodareu & Karlov, 1984; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003). Het paaigebied in de Driffield Beck (Hancock *et al.*,

1976) had een diepte tot 3 meter. De mannetjes maakten hun opwachting in de diepere poelen, 50 meter verwijderd van het grindbed waarop gepaaid werd. Volgens Philippart (1987) vindt het paaien plaats op grindbedden op een diepte van 30-40 cm. In de rivier de Ourthe bevonden de paaiplaatsen zich voornamelijk op een diepte van 10 tot 26 centimeter (Baras *et al.*, 1996).

In het jonge stadium verblijven de vissen in de oeverzones. Dit zijn meestal ondiepe delen van het water (Lelek, 1980). Copp (1989) vond 0+ barbeel in de Rhône op dieptes van 0,5 tot 3 meter. De grootste dichtheden kwamen voor op ondiepe plaatsen (0,5-1 m). Freyhof (1996) vond larven en juvenielen in water minder dan 0,6 meter diep. In de rivier de Lee prefereren 0+ barbelen de ondiepe oeverzones (Watkins *et al.*, 1997). In de rivier de Sieg werden vrijwel alle barbeel larven en juvenielen kleiner dan 7 cm aangetroffen in zeer ondiep water, minder dan 0,2 meter diepte (Bischoff & Freyhof, 1999).

## 4.8 Bodemsubstraat

De barbeel is typisch voor rivieren met een schone bodem van zand en kiezelstenen. De vissoort wordt zelden gevonden in lagere rivierlopen met modderige bodems en in gebieden waar veel slibafzetting plaatsvindt (Lelek, 1980). Banarescu & Bogutskaya (2003) delen deze mening. Volgens deze auteurs wordt de barbeel vooral aangetroffen boven substraat van stenen, kiezels, grind of zand en worden bodems met veel modder of vegetatie vermeden.

### Adulten

In de Pilica rivier werd adulte barbeel (gem 35-50 cm) in juli gevangen op plaatsen met zand, grind en stenen in verschillende verhoudingen, echter nooit op bodems met slib. Per bodemtype verschilde de vangst als volgt: bij bodems met meer zand dan grind werden 28 barbelen per ha gevangen met een gemiddelde lengte van  $\pm 35$  cm, bij bodems met evenveel zand als grind als stenen bedroeg de vangst 24 barbelen per ha met een gemiddelde lengte van  $\pm 45$  cm en bij bodems met evenveel grind en stenen maar minder zand werden 72 barbelen per ha gevangen met een gemiddelde lengte van 50 cm (Penczak & Zalewski, 1974).

### Paai

De paaiplaatsen van de barbeel bestaan uit substraat van stenen, kiezels, grind en zand (Szabo, 1959; Spillmann, 1961; Banarescu, 1964; Dovgan, 1964; Zhukov, 1965; Opalatenko, 1966; Oliva *et al.*, 1968; Wheeler, 1969; Holcik & Hensel, 1972; Hunt & Jones, 1974; Vladimirov & Bodareu, 1975; Bodareu, 1976; Movchan & Smirnov, 1981; Bodareu & Karlov, 1984; in: Banarescu & Bogutskaya, 2003). Volgens Hancock *et al.* (1976) is de paaiplaats een bed van kleine kiezels. Volgens Heuschmann (1962) is dit kiezelbed vlak. Hancock *et al.* (1976) nam paaiende barbelen waar op een grindbed van 3 m in diameter. Volgens Baras *et al.* (1996) werd in de Ourthe gepaaid op grind met een diameter van 2 tot 5 cm. Volgens Lelek (1980)

vindt de paai plaats op fijn grind gemengd met kiezelstenen en zand. De bodem moet schoon zijn en bij voorkeur een diverse structuur hebben. In de Grensmaas werd door de barbeel gepaaid in losse grindbedden met een grinddiameter van 2 tot 5 cm (de Vocht, 2003).

#### **Larven en juvenielen**

Larven en 0+ juvenielen werden in het riviersysteem van de Rhône aangetroffen op verschillende substraten, variërend van organische modder tot grind en stenen. De grootste dichtheid (2460/m<sup>2</sup>) werd gevonden in stilstaande wateren (oude rivierloop) met modderige of slibachtige bodem (deeltjes <0,6 mm). Verder werden er juvenielen gevonden op bodems van zand, grind en stenen, bijna overal met slib vermengd vanwege de lage stroomsnelheid (Copp, 1989). Juvenile barbeel van 1-4 jaar bleek goed te groeien in het Trimpley reservoir waarvan de bodem en oevers van beton zijn (Davies, 1971). In de Roer en de Swalm werden juvenielen aangetroffen op snelstromende grind- en kiezelbanken (Wijmans & Aarts, 2004; Wijmans & Gerlach, 2005). Ook in de Sieg (Freyhof, 1996; Bischoff & Freyhof, 1999) werden de juvenielen voornamelijk aangetroffen op grind- en kiezelbanken.

## **4.9 Vegetatie**

Over het gebruik van vegetatie door de barbeel zijn veel verschillende waarnemingen.

Volgens Banarescu & Bogutskaya (2003) vermijdt de barbeel delen van de rivier met veel vegetatie. In het Trimpley reservoir bleken juvenielen goed te groeien zonder de aanwezigheid van waterplanten (Davies, 1971). In de rivier de Lee hebben 0+ barbelen een voorkeur voor habitat met ondergedoken en overhangende vegetatie. Oudere barbelen prefereren habitat zonder vegetatie (Watkins *et al.*, 1997). In de Ourthe werden barbeellarven regelmatig aangetroffen in de nabijheid van vegetatie (Baras & Nindaba, 1999). In de Swalm werden waterplanten (*Ranunculus fluitans*) door adulte barbelen gebruikt als schuilgelegenheid (Wijmans & Gerlach, 2005).

## **4.10 Waterkwaliteit**

Volgens Lelek (1980) is de barbeel bestand tegen matige vervuiling. De barbeel zou echter gevoelig zijn voor detergenten. Philippart & Baras (1989) noemen de verontreiniging van het water als een van de redenen voor de achteruitgang van de barbeelstand in het stroomgebied van de Maas. Door organische verontreiniging en eutrofiëring wordt het zuurstofgehalte in het water lager. Met name het dooierzakstadium lijkt erg gevoelig voor lage zuurstofgehaltenes en voor chemische verontreinigingen. Als gevolg van deze verontreinigingen zijn gevoelige vissoorten als barbeel en sneed achteruit gegaan en minder gevoelige vissoorten als kopvoorn, riviergrondel en serpeling juist toegenomen. In de Ourthe bij Hérou nam de barbeelstand hierdoor af van 47 kg/ha in 1964 naar 0,1 kg/ha in 1979 (Philippart, 1981). Volgens Banarescu & Bogutskaya (2003) is de barbeel gevoelig voor zuurstofgebrek, vervuiling

en andere veranderingen in de waterkwaliteit. Dit verklaart het verdwijnen van de barbeel uit veel van de vervuilde zijrivieren van de Donau. Ernstige vervuiling zorgde voor een sterke achteruitgang van de barbeel in Duitsland (Freyhof, 1996).

Volgens Philippart & Vranken (1983) is de barbeel over het algemeen erg gevoelig voor thermische verontreiniging, hoge concentraties van chloride en sulfaten en gechlloreerde organische verbindingen. Niettemin is de barbeel vaak in staat, met name in het adulte stadium, een zekere mate van organische verontreiniging en eutrofiëring te verdragen, zoals dit wordt gezien in de benedenloop van de Semois, Amblève en Ourthe (Philippart & Vranken, 1983).

Volgens Pelz (1989) werd de barbeel minder vaak maar nog wel regelmatig gevangen in de Main ten tijde van ernstige verontreinigingen (begin jaren '70) waarbij op sommige plaatsen zelfs de gehele vispopulatie was verdwenen. De eutrofiëringsgraad van de Pilica rivier, waar redelijk veel barbeel werd gevangen (17-110 kg/ha), werd bepaald aan de hand van algensoorten. Hiervan was 70% bmesosaproob, 20% a oligosaproob en 10% a mesosaproob. In mei werd een chlorofylgehalte van 12,1 mg/l gemeten (Penczak *et al.*, 1976).

In de Poolse Pilica rivier is een vergelijkend onderzoek gedaan naar de visstand in een onvervuild gedeelte en een vervuild gedeelte (uitlaatgebied rioolwater). De gebieden hadden dezelfde fysische aspecten. De barbeel bleek even frequent te worden gevangen in het vervuilde gedeelte (BOD 14,2 mg/l) als in het onvervuilde gedeelte (BOD 3,3 mg/l). Het zuurstofgehalte in het vervuilde gedeelte (gem 6 mg/l) was echter wel toereikend volgens de norm voor karperachtigen. In het onvervuilde gedeelte was het zuurstofgehalte gemiddeld 8,4 mg/l. In deze rivier werden ook barbelen gevangen bij een sulfaatconcentratie van 384 mg/l en 800 mg/l gesuspendeerde stof (Penczak & Zalewski, 1981).

Waarnemingen in de Péstan rivier in Joegoslavië welke chronisch verontreinigd was met fenol lieten zien dat er een goede stand van kopvoorn, riviergrondel en *Barbus spp.* aanwezig was bij concentraties van 0 tot 4,4 mg/l fenol, maar dat er geen vis meer voorkwam bij concentraties van 3,2 tot 130 mg/l (Alabaster & Lloyd, 1982). In vervuilde gedeeltes van de Elbe en de Rijn met een fenolgehalte van 0,2-0,7 mg/l werd in barbeel tot 3,2 mg fenol/kg gevonden (Alabaster & Lloyd, 1982). De norm die door de Anglian Water Authority voor fenol wordt gehanteerd is 1 mg/l (Davies, 1977). In de Tsjechische rivier de Jihlava werden de hoogste kwikconcentraties gevonden in barbeel (0,55 mg/kg) en aal (0,45 mg/kg), terwijl het kwikgehalte in andere vissoorten ver onder de norm lag (0,5 mg/kg). Het kwikgehalte in water en sediment was laag, namelijk 0,01 µ/l (Peñáz *et al.*, 1980). Dit duidt op een grote mate van accumulatie van kwik bij de barbeel.

## 4.11 Ruimtelijke eisen

De barbeel is een standvis dit niet snel zal verkassen naar een anders stuk rivier (Banarescu & Bogutskaya, 2003). De home range van de barbeel kan per rivier verschillend van grootte zijn. Hunt & Jones (1974b) vonden dat in de Severn het merendeel van de barbelen gedurende het jaar niet verder van 5 km van de standplaats migreren. In de Grensmaas varieert het leefgebied van de barbeel tussen 500 meter en 27,3 kilometer. De kleinste leefgebieden werden gekenmerkt door een grote habitatdiversiteit (de Vocht, 2003). Baras & Cherry (1990) vonden in de Ourthe een home range van 1,5 km lengte (4 ha.). In de rivier de Nidda vonden Pelz & Kästle (1989) een zomer home range voor adulte barbelen van 60 - 500 meter (<1 ha.).

Philippart & Vranken (1983) en De Nie & Van Ommering (1998) noemen een rivierlengte van 10 tot 15 kilometer met goede leefomstandigheden, als minimum voor het duurzaam voorkomen van de barbeel. Volgens De Nie (1997) blijkt uit diverse onderzoeken dat de barbeel zijn hele levenscyclus kan voltooien binnen een riviertraject van 6 tot 10 km

Door Klein Breteler & Kranenbarg (2000) is voor (onder andere) de barbeel bepaald welk oppervlak aan habitat benodigd is voor één paar reproducerende dieren (1 RE = 1 reproductieve eenheid). Dit is uiteraard geen duurzame populatie. Nodig voor 1 RE is: 1000 m<sup>2</sup> habitat voor het adulte stadium, 19 m<sup>2</sup> voor het ei en larvale stadium, en 45 m<sup>2</sup> habitat voor het juveniele stadium Het minimum areaal voor een duurzame populatie (minimum viable population of MVP) is 1000 RE's.

## 4.12 Beschutting

Adulte barbelen zoeken overdag vaak beschutting. Volgens Banarescu & Bogutskaya (2003) vinden barbelen beschutting onder of in de nabijheid van grote stenen, in het water gevallen bomen en andere objecten. De Nie (1997) noemt oeverbegroeiing, wortels van bomen of spleten tussen rotsblokken belangrijk als schuilgelegenheid. Uit hengelsport-enquêtes is gebleken dat overdag de grotere barbeel het meest wordt gevangen in relatief diepe gedeelten langs de hoofdstroom waar voldoende beschutting was zoals boomwortels (Axford, 1979).

Pelz & Kästle (1989) vonden dat barbelen van 40-53 cm lengte zich overdag voornamelijk in de schaduw van een brug ophielden, en dat ze zich verplaatsten met de zon. In de winter vormen de barbelen grotere groepen en verblijven ze in dieper water, tussen rotsblokken, in poelen en holten en onder boomwortels die langs de oever hangen (Fetter, 1986). In de Pilica rivier werden barbelen van gemiddeld 35-50 cm in de zomer alleen onder hoge overhangende oevers gevangen of langs oevers met veel bomen. Waterplanten waren weinig of niet aanwezig (Penczak & Zalewski, 1974). Adulte barbelen (41 en 53 cm) gebruikten overdag in de zomer vooral rustplaatsen in diepere poelen met oeverwortels en boomstronken onderwater, in een inham met tegengestelde stroming met rotsen, en bij rotsoevers met spleten (Baras & Cherry, 1990). In de Severn werden de grotere barbelen (>2 kg) voornamelijk in de diepere



gaten gevangen of in de beschutting van overhangende bomen en struiken (Hunt & Jones, 1974a). Adulte barbelen in de Swalm werden vooral gevangen bij holle oevers, onder overhangende bomen en bij houtige structuren, zoals takken, stammen en boomwortels (Wijmans & Gerlach, 2005).

Volgens Freyhof (1996) benutten barbeellarven en juvenielen de turbulente stroming achter kiezels en kleine stenen als schuilplaats tegen de veel hogere stroomsnelheden in het open water.

In het paaigebied in de Driffield Beck waren waterplanten aanwezig, voornamelijk *Ranunculus* sp. (Hancock et al., 1976). Er wordt echter geen bedekkingspercentage gegeven. Uit het onderzoek van Copp (1989) in de Rhône bleek dat 0+ barbelen alleen op plaatsen werd gevangen waar oeverbeschutting aanwezig was. Waterplanten kwamen hier soms wel en soms niet voor.

In de Severn, een belangrijke barbeelrivier, bleken waterplanten (*Ranunculus* sp. en *Myriophyllum* sp.) relatief schaars te zijn en ongelijkmatig verdeeld. De Ourthe, waar een grote populatie barbelen voorkomt, is plaatselijk dicht begroeid met waterplanten (*Ranunculus fluitans*) waarvan het bedekkingspercentage tot 80% bedraagt (Philippart, 1972). In de Swalm werden diverse barbelen gevangen in de beschutting van vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*). De waterplanten werden slechts door een klein deel van de gevangen vissen gebruikt als schuilgelegenheid (Wijmans & Gerlach, 2005). Uit de literatuur kan worden geconcludeerd dat waterplanten over het algemeen niet tot de favoriete schuilmogelijkheden van de barbeel behoren, maar in sommige gevallen wordt er wel degelijk gebruik van gemaakt.



## 5 Visserij

### 5.1 Beroepsvisserij

De barbeel is tegenwoordig van geen belang meer voor de beroepsvisserij in Nederland. Dit in tegenstelling tot vroeger tijden: Houttuyn (1765) noemt de barbeel sluw en moeilijk te vangen met strikken en netten. Het best zijn ze te vangen met 'hoeken', beaasd met pieren of kleine visjes. Soms konden ze worden gestoken met de elger of vork. Tot in de 19<sup>de</sup> eeuw werd nog met zegens (bezanen) en werpnetten (geelen) op barbeel werd gevist (De Groot, 1991).

Ook buiten ons land is de barbeel van weinig belang voor beroepsvisserij. Tot de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw, werd de barbeel vooral in het oosten van het verspreidingsgebied regelmatig beroepsmatig bevist (Banarescu & Bogutskaya, 2003). Vooral in de stroomgebieden van de Dnjestr, de Dnjepr en de Donau werd de barbeel regelmatig gevangen. Sinds de sterke achteruitgang van de soort door vervuiling, habitatvernietiging, de aanleg van dammen en elektriciteitscentrales wordt niet meer beroepsmatig gevist op barbeel (Banarescu & Bogutskaya, 2003).

### 5.2 Sportvisserij

De barbeel is een belangrijke soort voor de sportvisserij (Banarescu & Bogutskaya, 2003). Al in 1676 schreef Izaak Walton in zijn boek *The Complete Angler* over barbeel als sportvis. Ondanks dat het vlees niet smaakvol is, is de barbeel een prima sportvis vanwege zijn grootte, kracht en sluwheid. Als aas raadt hij aan om te vissen met worm, maden en kaas (Walton *et al*, 1971). Buiten Nederland is de barbeel een gewaardeerde sportvissoort, vooral in Engeland, waar deze vissoort een van de meest beviste en gewilde soorten is.

In Nederland is de barbeel in toenemende mate een belangrijke soort voor de sportvisserij aan het worden. Vóór de eeuwwisseling werd er alleen in de Grensmaas en in enkele Limburgse riviertjes en beekjes, zoals de Roer, de Swalm en de Geul, gericht op barbeel gevist. De laatste jaren echter worden er steeds meer barbelen op de grote rivieren gevangen, waardoor een gerichte visserij op wateren als de Rijn, Waal, Lek en IJssel, goed mogelijk is.

In de grote rivieren wordt voornamelijk met de feederhengel of de speciale barbeelhengel gevist. Deze werphengels vaak worden opgetuigd met een vastloodmontage en onderlijn met hair. Ook gewone loodmontages met onderlijn zonder hair worden veel gebruikt. In kleinere rivieren en beken zijn meer methoden die succesvol toegepast kunnen

worden. Naast de feeder- of barbeelhengel, worden de vaste hengel en ook de vlieghengel ingezet om barbeel te vangen.

Als aassoorten waarmee de barbeel goed te vangen is worden vooral kaas (Schreiner, 1969; Spectrum, 1978; Visblad, 2006b), wormen, maden (Schreiner, 1969; Spectrum, 1978), luncheonmeat (Visblad, 2006b) en maïs genoemd. In enkele publicaties (Spectrum, 1978) worden ook minder algemene aassoorten als haakaas voor de barbeel beschreven, zoals sprinkhanen, deeg, huisjesslakken, macaroni, gekookte tarwe, kleine visjes en gestold bloed.

### 5.3 Consumptie

De barbeel wordt in Nederland thans niet gegeten. In het oostelijk deel van zijn verspreidingsgebied zal de barbeel sporadisch nog gegeten worden, maar niet op grote schaal. Volgens Banarescu & Bogutskaya (2003) is het vlees van de barbeel van goede kwaliteit en wordt het gewaardeerd, hoewel het nogal gratig is. Barbeelkuit wordt beschouwd als giftig, en veroorzaakt braken, diarree en andere reacties (Banarescu & Bogutskaya; Gerstmeier & Romig, 2000).



**Visstilleven met barbelen genaamd "Vissen op de wal van een riviermonding", van Jan van Kessel I uit 1661.**

In de 17<sup>e</sup> en 18<sup>e</sup> eeuw figureert de barbeel opvallend vaak op stillevens, een teken dat deze vis werd gewaardeerd als consumptievij. Marinus Houttuyn (1765) bevestigt dit: "De Barbeel is blank doch week van

*Vleesch, en wordt niet gegeten dan oud zynde, als wanneer hy een goed Voedzel geeft. Men stooft of braadt hem, en maakt er een Ragout of andere Geregten van, die door de bygevoegde Speceryën zeer smaakelyk zyn".*

In 1863 bevestigt de Baron von Ehrenkreutz (De Visschenwinkel, 2007) de goede smaak van barbeel, echter met enige kanttekeningen: *"Zijn vleesch is niet altijd even goed; over het algemeen echter is het zeer lekker, gezond en zelfs den zieken geoorloofd. In Mei heeft hij het meeste vet in zich. Na den rijtijd lijdt de Barbeel aan eene soort van vloed. Zijn vleesch is alsdan zeer mager, slecht, onaangenaam van smaak, en dus niet te eten. De Barbeel moet terstond nadat hij gevangen is, schoon gemaakt, d.i. de ingewanden moeten uit het ligchaam genomen worden. Zulks verhoogt den lekkeren smaak van zijn vleesch".*

Tevens geeft hij nog aantal bereidingsmogelijkheden voor de barbeel: *"Wanneer de Barbeel vet is, dan wordt hij in salie en zoutwater even als de zalm gaar gekookt; is hij daarentegen mager, dan wordt hij, gelijk de Karper, met bier toebereid. Ook in wijn gekookt, is hij zeer lekker en verkrijgt eene fraaije blaauwe kleur. Ook wordt hij wel eens met eene gele of witte saus, met gesmolten boter bij aardappelen, met een kapper- of zure fricassée-saus toebereid of in boter gebakken".*



## 6 Bedreigingen

Penczak & Kruk (2000) onderzochten de achteruitgang van oa. de barbeel in drie Poolse rivieren, de Pilica, de Warta en de Gwda. Volgens de auteurs is de normalisatie van deze rivieren door de aanleg van stuwen de hoofdreden voor de achteruitgang van de barbeel. In de rivieren de Lee en de Stort in Engeland wordt de achteruitgang van de barbeel toegeschreven aan de verminderde afvoervariabiliteit en stroomsnelheid, en verslibbing van grindbanken, allen als gevolg van de kanalisatie van de rivier (Pilcher & Copp, 1997).

Normalisatie (ook wel kanalisatie) van rivieren of beken wordt gezien als een van de voornaamste redenen die hebben geleid tot de achteruitgang van de barbeel, zoals in de twee bovenstaande voorbeelden is beschreven. Door stromende wateren te normaliseren wordt de dynamiek van deze wateren en de diversiteit in habitats in meer of mindere mate negatief beïnvloed. De dynamiek in afvoer, stroomsnelheid, diepte en substraat die zo kenmerkend is voor natuurlijke, stromende wateren, worden kleiner, waardoor specifiek habitat onmisbaar voor de barbeel, verdwijnt. Een goed voorbeeld hiervan zijn grindbanken. Baras *et al.* (1996) hebben aangetoond dat grindbanken een onmisbaar deel vormen van het leefgebied van de barbeel, met name voor de voortplanting en opgroei van juvenielen. Zonder voldoende grindbanken zal een barbeelpopulatie zich met moeite of niet kunnen handhaven.

Vervuiling, overbevising en vastleggen van de oevers waren belangrijke factoren die de stand van de barbeel negatief beïnvloedden (Penczak & Kruk, 2000). Het verlies van specifiek habitat voor juveniele barbelen, zoals ondiepe, langzaam stromende oeverdelen, heeft ook bijgedragen aan de achteruitgang van de barbeel (Pilcher & Copp, 1997).

In de rivier de Inn in Beieren is de barbeel vrijwel verdwenen door de aanleg van een waterkrachtcentrale in 1923. De aanleg van een vispassage nadien heeft niet geleid tot een herstel (Waidbacher & Haidvogel, 1998; in Lucas & Baras, 2001).

Peňáz & Stouracova (1991; in Lucas & Baras, 2001) zagen in de Jihlava rivier in Tsjechië een achteruitgang in aantallen, biomassa en hengelvangsten van barbeel na de aanleg van een waterkracht- en kerncentrale.

Ook in diverse rivieren in Polen vormden waterkrachtcentrales een belangrijke oorzaak voor de achteruitgang van barbeel in deze rivieren (Penczak & Kruk, 2000).





# 7

## Beheer

De barbeel is vooral achteruitgegaan door het verdwijnen van goed paa habitat; grindbanken waarover schoon, helder water stroomt (Emmerik & De Nie, 2006; Baras *et al.*, 1996). Dit is voornamelijk het gevolg van kanalisatie (Pilcher & Copp, 1997) en normalisatie van rivieren en beken.

Voor het beheer van de barbeel in de komende jaren betekend dit dus zoveel mogelijk herstellen van de morfologie van beken en rivieren, en het verbeteren van de bereikbaarheid van goede paa plaatsen (Emmerik & De Nie, 2006). De aanleg van vismigratievoorzieningen, het opstarten van herinrichtingsprojecten en een verdere verbetering van de waterkwaliteit zullen de barbeel helpen bij een verdere uitbreiding van leefgebied en vergroting van de bestanden in Nederland.



## 8 Kennisleemtes

In dit hoofdstuk worden kort een aantal onderwerpen beschreven waarvan weinig tot geen gegevens zijn gevonden of voorradig zijn.

- 1 Over de zwemsnelheid van de barbeel is niets gevonden.
- 2 Over competitie van de barbeel met andere vissoorten om voedsel en/of leefruimte is slechts minieme informatie voorhanden.
- 3 Duur van de reproductieve fase. Op dit gebied is niets bekend wat betreft de barbeel. Ook voor andere vissoorten is zeer weinig onderzoek gedaan naar dit onderwerp. Aangenomen mag worden dat de barbeel zich zijn gehele volwassen leven jaarlijks voortplant. Het is mogelijk dat de vruchtbaarheid van erg oude vissen in de loop der jaren afneemt.



## Verklarende woordenlijst

<b>term</b>	<b>omschrijving</b>
adult	volwassen of geslachtsrijp
bentisch	op of in de bodem levend
biomassa	totale hoeveelheid of gewicht van een verzameling organismen in een bepaalde biotoop
competitie	wedijver, concurrentie
detergenten	reinigingsmiddelen
detritus	dood organisch materiaal
dimorfisme (sexueel)	verschillen in lichaamsbouw binnen een soort afhankelijk van het geslacht
elger	ijzeren kam met 20 tot 25 tanden van 6 à 7 cm die als een hark door de modder wordt getrokken om aal of andere vis te vangen
eutrofiëring	de verrijking van water, zowel zoet als zout, met voedingsstoffen, in het bijzonder fosfor- en stikstofverbindingen, waardoor de groei van algen en hogere vormen van plantenleven wordt versneld
fecunditeit	voortplantingscapaciteit; het aantal eieren of jongen per vrouwtje
foerageergebied	gebied waarin voedsel wordt gezocht
foerageren	voedsel zoeken
gonaden	geslachtsorganen
habitat	leefgebied van een diersoort, dat voldoet aan de door de soort gesteld specifieke eisen ten aanzien van abiotische en biotische omgevingsfactoren
hoeken	hoekwantvisserij; aan een lange lijn worden zijlijnen bevestigd met daaraan een haak, welke wordt beaasd om zo de vis te vangen
hom	sperma, teelvocht van een mannetjesvis
hybridisatie	bastaardering
inheems	in het gebied zelf thuishorend, endemisch
juveniel	vanaf het moment dat de uiterlijke kenmerken van de soort ontwikkeld zijn tot de vis geslachtsrijp wordt
kanalisatie	de aanpassing van rivieren om de scheepvaart en/of de waterhuishouding te vergemakkelijken
kuit	visseneieren
larve	de vorm waarmee een dier het ei verlaat tot dat het juveniele stadium wordt bereikt
macrofauna	Verzamelsnaam voor ongewervelde waterdieren groter dan 0,5 mm., uitzonderingen zijn mogelijk, watervlooien > 0,5 mm. worden bijvoorbeeld niet en de watermijten < 0,5 mm. wel tot de macrofauna gerekend
mesosaproob	sterk tot matig verontreinigd ( $\alpha$ en $\beta$ ); zie saprobie
migratie	gerichte verplaatsing van vissen gericht op de voortplanting, het zoeken van voedsel of van en naar overwinteringsplaatsen
mortaliteit	sterfelijkheid
normalisatie	de aanpassing van rivieren of beken waarbij het water wordt rechtgetrokken en het profiel gelijk gemaakt, voornamelijk ten behoeve van de waterhuishouding
oligosaproob	zwak verontreinigd; zie saprobie

<b>term</b>	<b>omschrijving</b>
omnivoor	vissoort die zowel dierlijk (meer dan 25%) als plantaardig voedsel (meer dan 25%) eet
onderstandig	de bek wijst naar beneden
ontogenese	ontwikkelingsgeschiedenis van een levend wezen vanaf de eicel tot volwassen toestand
paaien	kuit schieten, mannelijke spermatozoïden uitstoten (voortplanting bij vissen)
paaitijd	tijd van het jaar waarin de paai (voortplanting) plaatsvindt
parasiet	dier of plant, levend op of in en zich voedend ten koste van andere wezens
pelagisch	het gedeelte van een water dat van de oever en bodem verwijderd is
predator	roofdier
populatie	groep organismen waarvan de individuen onderling verwant zijn
rheofiel	gebonden aan/met een voorkeur voor stromend water
saprobie	biologisch systeem om de mate van vervuiling van het oppervlaktewater te bepalen
substraat	alle structuren die onder water gevonden worden (bodem materiaal, begroeiing, afgestorven resten van planten en dieren) die door vissen gebruikt kunnen worden voor schuilen, eieren afzetten, etc
systematiek	classificatie van de organismen aan de hand van hun genetische verwantschap
standaardlengte	lichaamslengte van de vis van de kop tot het begin van de staartvin
strikken	vismethode waarbij op zicht een strik (lus) over de kop van een vis wordt gedaan om de vis zo te vangen
stroomgebied	gebied dat op een stroom afwatert
tetraploïd	de cellen van het organisme hebben het genetisch materiaal (de chromosomen) in drievoud (3n)
totaallengte	lichaamslengte van de vis van de kop tot het einde van de staartvislob
vegetatie	plantengroei, plantenleven
verspreidingsgebied	gebied waarbinnen een soort wordt aangetroffen
zoöplankton	dierlijk plankton

## Verwerkte literatuur

- Alabaster, J.S. & R. Lloyd, 1982. Water Quality Criteria for Freshwater Fish-second edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Butterworth Scientific, London, 361 p.
- Axford, S., 1979. Angling returns in fisheries biology. In: Proc. First. Brit. Freshwater Fisheries. Conf., 1979, Liverpool.
- Bakker, H.D. den, 1992. Habitat Geschiktheid Index Model de Barbeel, *Barbus barbus* L. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Banarescu, P.M & N.G. Bogutskaya, 2003. The Freshwater Fishes of Europe; Cyprinidae 2, part II: Barbus. AULA-Verlag GmbH Wiebelsheim, 454 p.
- Banarescu, P.M, 1964. Fauna Republicii Populare Romine. Pisces-Osteichthyes. Vol. 13. Acad. Rep. Pop. Rom, Bucurest. 959 pp.
- Baras, E. & B. Cherry, 1990. Seasonal activities of female barbel *Barbus barbus* (L.) in the River Ourthe (Southern Belgium), as revealed by radio-tracking. Aquat. Living Resour. 3: 283-294.
- Baras, E. & J.C. Philippart, 1999. Adaptive and evolutionary significance of a reproductive thermal threshold in *Barbus barbus*. J. Fish Biol. 55: 354-375.
- Baras, E., & J. Nindaba, 1999. Diel dynamics of habitat use by riverine young-of-the-year *Barbus barbus* and *Chondrostoma nasus* (Cyprinidae). Arch. Hydrobiol. 146 (4): 431-448.
- Baras, E., 1992. Étude des strategies d'occupation du temps et de l'espace chez le barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L). Cahiers d'Ethologie, 12: 125-442.
- Baras, E., 1993. Étude par biotélémetrie de l'utilisation de l'espace chez le barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.). Cahiers d'Ethologie, 13: 135-138.
- Baras, E., 1994. Constraints imposed by high densities of behavioural spawning strategies in the barbel, *Barbus barbus*. Folia Zool. 43: 255-266.
- Baras, E., 1995a. Thermal related variations of seasonal and daily spawning periodicity in *Barbus barbus*. J. Fish Biol. 46 (5): 915-917.
- Baras, E., 1995b. Seasonal activities of *Barbus barbus*: effect of temperature on time-budgeting. J. Fish Biol. 46 (5): 806-818.
- Baras, E., 1997. Environmental determinants of residence area selection by *Barbus barbus* in the River Ourthe. Aquat. Living Resour., 10: 195-206.
- Baras, E., H. Lambert & J.C. Philippart, 1994. A comprehensive assessment of the failure of *Barbus barbus* spawning migrations through a fish pass in the canalized river Meuse (Belgium). Aquat. Living Resour. 7: 181-189.
- Baras, E., J.C. Philippart & J. Nindaba, 1996. Importance of gravel bars as spawning grounds and nurseries for European running water Cyprinids. In: Leclerc, M, H. Capra, S. Valentin, A. Boudreault & Y. Côté (eds), 1996. Proceedings of the second IAHR Symposium on Habitat

- Hydraulics, Ecohydraulics 2000, published by INRS-Eau, Québec (Canada), Vol. A, 893 pages.
- Baska, F., 1997. Epicellular and nodular coccidiosis in the intestine of barbel *Barbus barbus*. Dis. Aquat. Org. 29:49-56.
- Bastl, I., J. Holcik & A. Kirka, 1975. Ichthyologicky vyskum karpatskeno obluka. Ac. Rer. Natur. Mus. Nat. Slov. 221: 191-223.
- Bauch, G., 1955. Die einheimische Süßwasserfische. Neumann Verlag, Berlijn, 201 pp.
- Berg, L.S., 1949. Freshwater fishes of the U.S.S.R. and adjacent countries. 4-e Izd. Tchast'2. Izdat. Akad. Nauk. U.S.S.R., Moscow-Leningrad. pp. 469-925.
- Bischoff, A. & J. Freyhof, 1999. Seasonal shifts in day-time resource use of 0+ barbel, *Barbus barbus*. Environ. Biol. Fish 56: 199-212.
- Bodareu, N.N. & A.M Zelenin, 1980. Ecology, reproduction and fecundity of the barbel (*Barbus barbus* L.) of the Dnjestr Basin. In: MN. Zelenin (Ed.). Hydroresources of the Dnjestr Basin, their present condition and rational use. Shtiintsa, Kischiniov: 178-193. In Russisch.
- Bodareu, N.N. & V.N. Karlov, 1984. The barbel in the Dnjestr Basin. Shtiintsa, Kishiniov. 193 pp.
- Bodareu, N.N., 1976. Ovogenesis and the life cycle of the barbell (*Barbus barbus* L.) in the Dnjestr River. Izv. Akad. Nauk Moldav. SSR. Ser. boil. khimich. nauk 4: 70-77. In Russisch.
- Bogatu, P. & S. Stancioiu, 1968. Contributii la studiul taxonomic si ecologie al mrenei (*Barbus barbus* L.) din Dunare (zona Galati). Hydrobiologia (Acad. R. P. R.) 9: 161-163.
- Çalta, M, 1998. Early development of Barbel (*Barbus barbus* L.) larvae. Tr. J. of Zoology 22: 17-22.
- Churchward, A.S., P. Hickley & E. North, 1984. The introduction, spread and influence of the barbel (*Barbus barbus*) in the River Severn, Great Britain. FAO-EIFAC/42/suppl 2, 1984. FAO, Rome, pp. 335-343.
- Copp, G.H., 1989. The habitat diversity and fish reproductive function of floodplain ecosystems. Environ. Biol. Fish 26: 1-27.
- Copp, G.H., H. Faulkner, S. Doherty, MS. Watkins & J. Majecki, 2002. Diel drift behaviour of fish eggs and larvae, in particular barbel, *Barbus barbus* (L.), in an English chalk stream Fisheries Management and Ecology, 9: 95-103.
- Cornelissen, B., 1998. Dieet in relatie tot habitatpreferentie van 0+ winde en barbeel in de uiterwaarden van de Waal. Landbouw Universiteit Wageningen, Wageningen.
- Crespin, L., & P. Berrebi, 1994. L'Hybridation naturelle entre le barbeau commun et le barbeau meridional en France: compte rendu de dix années de recherche. Bull. Fr. Pêche Piscic. 334: 177-189.
- Crombaghs, B., & R. Gubbels, 1996. Voortplanting van de barbeel in Nederland. Natuurhistorisch Maandblad, 85, 7/8: 152-154.
- Davies, C.V.M, 1971. Barbel in still water. Preliminary observations on the growth and general biology of barbel (*Barbus barbus* Linn.) in Trimpey Reservoir and other pools and rivers in the Severn River Authority area. In: Proceedings of the Fifth British Coarse Fish Conference, 31 mrt - 2 apr 1971, Liverpool.
- Davies, C.V.M, 1977. What water quality is necessary tot maintain a satisfactory coarse fishery? In: Proc. Eighth Brit. Coarse Fish Conf., 1977, Liverpool.



- de Bruijn, J., 1996. Roofblei *Aspius aspius*, Barbeel *Barbus barbus* en Kopvoorn *Leuciscus cephalus* in de Dordtse Biesbosch. Natuurwetenschappelijk Centrum, Stichting Natuur- en Vogelwacht Dordrecht.
- de Groot, S.J., 1991. Herstel van riviertrekvisseren in de Rijn een realiteit? 5: De Barbeel. *De Levende Natuur* 1991 (3):101-104.
- de Jong, Th., R. Beenen & P. Heuts, 2003. Atlas van de Utrechtse vissoorten; De verspreiding van vissoorten in de provincie Utrecht en het beheersgebied van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Provincie Utrecht, Utrecht en Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Houten.
- de Nie, H.W., & G. van Ommering, 1998. Bedreigde en kwetsbare zoetwatervissen in Nederland: Toelichting op de Rode Lijst. Rapport IKC Natuurbeheer nr. 33. Informatie- en KennisCentrum Natuurbeheer, Wageningen.
- de Nie, H.W., 1997. Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen. Stichting Atlas Verspreiding Nederlandse Zoetwatervissen. Media Publishing, Doetinchem
- De Visschenwinkel, 2007. <http://home.casema.nl/b.zoetemeyer>. juli 2007.
- de Vocht, A., de, 2003. Migratie en habitatgebruik van barbeel in de Grensmaas en de Geul. *Natuurhistorisch Maandblad* 92: 255-260.
- Doadrio, I., 1990. Phylogenetic relationship and classification of western paleartic species of the genus *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Aquat. Living Resour.* 3: 265-282.
- Dottrens, E., 1952. Poissons d'eau douce. Vol. 2. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel.
- Dovgan, O.R., 1956. Morphological charactersitics of the barbel (*Barbus*) in the Carpathians. *Nautch. zap. Uzhgorod. Univ.* 21: 93-95. In Russisch.
- Dovgan, O.R., 1964. On the reproduction of the common barbel. *Karpaty, Uzhgorod*: 32-35. In Oekraïns.
- Ebel, F., 1996. Beobachtungen im Helmegebiet zur Reproduktion der Barbe. *Natursch. i. Land Sachsen-Anhalt* 33:21-28.
- Ebel, F., 1999. Untersuchungen zur Funktionsfähigkeit der Fischaustiegsanlage am Wasserkraftanlagenstandort Mahlmühle Weißenfels (Saale). Studie im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens "Reaktivierung der Wasserkraftnutzung am Standort Mahlmühle Weißenfels (Saale)", 82 S.; Halle (Saale).
- Ebel, F., 2000. Funktionskontrolle an den Fischaufstieganlagen am Wehr Laucha (Unstrut) und am Wehr Bennungen (Helme). Studie im Auftrag des Staatlichen Amtes für Umweltschutz Halle (Saale), 85 S.; Halle (Saale).
- Ebel, F., 2003. Biologie der Barbe *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758). In: Düver, W., 2003. Die Barbe (*Barbus barbus*): Fisch des Jahres 2003. VDSF Verband Deutscher Sportfischer e.V., Offenbach am Main.
- Fetter, S., 1986. Le barbeau; son passé, son présent, son avenir... *Environnement* 5/86.
- Freyhof, J., 1996. Distribution of YOY-barbel *Barbus barbus* (L.) in the River Sieg/Germany. In; Kirchhofer, A., & D. Hefti. Conservation of Endangered Freshwater Fish in Europe. Birckhäuser Verlag, Basel.

- Froese, R. and D. Pauly (red.) 2007. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (07/2007).
- Gerlach, G., 1999. Rapport Visserijkundig Onderzoek De Swalm te Swalmen. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Gerstmeier, R. & T. Romig, 2000. Zoetwatervissen van Europa. Tirion Uitgevers BV, Baarn, 370 p.
- Godevič, M, F. Janžekovič & I. Kos, 2002. The diet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* on the Sava river between Ljubljane and Zagorje (Slovenia). *Acrocephalus*, 23 (110-111): 5- 20.
- Govedič, M, & F. Janžekovič, 2003. The diet of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* on the Drava river in the winter of 1995/96 (Slovenia). *Acrocephalus*, 24 (116): 11-19.
- Gyurko, S., S. Szabo & Z. Kászoni, 1964. Ritmul de crestere al mreinei (*Barbus barbus*) din riul Mures. *Stud. cercet. Inst. cercet. project. piscicola* 3(4): 169-180.
- Gyurko, S., S. Szabo, F. Andréka, M Mircea, M Dimoftache, A. Curitan & A. Creteanu, 1957. Reproducerea artificiala a cleanuleui si mreinei la Manastu-Cluj. *Bulf. Inst. Cercertari piscicola* 16(2): 46-52.
- Hafez, R., R. Labat & R. Quiller, 1978. Etude cytogenetique chez quelques especes de cyprinides de la region Midi Pyrenées. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 144(1-2): 122-159.
- Haiber, G. & H.F. Scholer, 1994. Identification of Di-*o,o'*-Cl-, mono-*o*-Cl- and non-*o*-Cl-substituted PCB congeners in Neckar river fish. *Chemosphere* 28, 1913-1919.
- Hancock, R.S., 1975. The spawning behaviour of barbel (*Barbus barbus*). In: Proc. Seventh Brit. Coarse Fish Conf., 1975, Liverpool.
- Hancock, R.S., J.W. Jones & R. Shaw, 1976. A preliminary report on the spawning behaviour and nature of sexual selection in the barbel, *Barbus barbus* (L.). *J. Fish Biol.*, 9: 21-28.
- Hendriks, A.J. & H. Pieters, 1993. Monitoring concentrations of microcontaminants in aquatic organisms in the Rhine delta: A comparison with reference values. *Chemosphere* 26, 817-836.
- Hét Visblad, 2006a. Superbarbelen uit de Waal. Jaargang 32, maart 2006, pag. 13.
- Hét Visblad, 2006b. Barbeel Explosie!; Leer gericht vissen op de sterkste riviervis van Nederland. Jaargang 32, augustus 2006, pag. 18-20.
- Heuschmann, O., 1957. Die Weißfische (Cyprinidae). In: R. Demofl, H.N. Maier & H.H. Wundsch, *Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas*, band IIIb, Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Hochman, L. & J. Jirasek, 1960. Zhodnoceni rustove itenzity produkne rozhodujicich druhuryb v parmovych usecich reky Dyje. *Sbor. Vys skoly zemedel. a les fakulty r. A. Brno*, S. 75 – 92.
- Hochman, L., 1955. Prispvek k poznani rustu a potravy rapmy obecne (*Barbus barbus* L.) V rece Svatce. In: *Sb. Vysoké Skoly zemedel. a les. fakulty. Brno*. 147 - 159.
- Hochmann, L., 1957. Ichthyologicky vyzkum reky Moravice. *Acta Univ. Agricult. Et al. Silvicult. Brno*: S. 83 - 117.
- Hofbauer, J., 1963. Der Aufstieg der Fische in den Fischpässen des mehrfach gestauten Mains. *Arch. Fisch Wiss.* 1963, 92-125.
- Holcik, J., & K. Hensel, 1972. *Ichthyologicka prirucka*. Bratislava. 217 pp.

- Houttuyn, F., 1765. De Visschen; natuurlijke historie of uitvoeringe beschrijving der dieren, planten en mineraalen, volgens het samenspel van den Heer Linneaus. Amsterdam
- Huet, M, 1959. Profiles and biology of western European streams as related to fish management. Transactions of the American Fisheries Society, vol 88.
- Hugla, J.L. & J.P. Thomé, 1999. Effects of Polychlorinated Biphenyls on Liver Ultrastructure, Hepatic Monooxygenases, and Reproductive Success in the Barbel. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 42, 265-273.
- Humpesch, U.H., M Dokulil, J.M Elliott & A. Herzig, 1981. Ökologische Auswirkungen der thermischen Gewässerbeeinflussung. *Österr. Wasserwirtschaft* 34: 122-136.
- Hunt, P.C. & J.W. Jones, 1974a. A population study of *Barbus barbus* (L.) in the River Severn, England. 1. Densities. *J. Fish Biol.* 6: 255-267.
- Hunt, P.C. & J.W. Jones, 1974b. A population study of *Barbus barbus* (L.) in the River Severn, England. 11. Movements. *J. Fish Biol.* 6: 269-268.
- Hunt, P.C. & J.W. Jones, 1974c. A population study of *Barbus barbus* (L.) in the River Severn, England. 111. Growth. *J. Fish Biol.* 7: 361-376.
- Hunt, P.C., 1971. The barbel. In: Proceedings of the Fifth British Coarse Fish Conference, 31 mrt - 2 apr 1971, Liverpool.
- Jenkins, J.T., 1942. The Fishes of the British Isles, both Fresh and Salt. 2<sup>nd</sup> ed. London. 408 pp.
- Keller, T., & T. Vordermeier, 1994. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben Einfluß des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) auf die Fischbestände ausgewählter bayerischer Gewässer unter Berücksichtigung fishökologischer und fischereiökonomischer Aspekte. Bayerische Landesanstalt für Fischerei, Starnberg.
- Kessler, K.F., 1856. Scientific history of the Kiev Administrative District and its Academic study. Kiev. 98 pp.
- Klein Breteler, J.G.P., & de Laak, G.A.J., 2003. Lengte - gewicht relaties Nederlandse vissoorten. Deelrapport I, versie 2. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB rapportnummer: OND00074.
- Klein Breteler, J.G.P., & J. Kranenbarg, 2000. Gidssoortenmatrix Ecologische Netwerkstrudies: annex vis. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein. OVB rapportnummer: OND00087.
- Kostyutchenko, A.A., 1965. Morphological characteristics of the Dnjepr barbel (*Barbus barbus borysthenicus* Dybowski). In: Ecology of the vertebrates in Belorussia. Izdat. Nauka Tekhnika, Minsk. Pp. 208-214.
- Kotlík, P. & P. Berrebi, 2001. Phylogeography of the barbel (*Barbus barbus*) assessed by mitochondrial DNA variation. *Molecular Ecology* 10: 2177-2185.
- Kovacek-Mann, 1992. Vergleichende populationsdynamische Untersuchung von Barbe (*Barbus barbus*, L. 1758) und Rußnase (*Vimba vimba*, L. 1758) im Donaustauraum Altenwörth und der angrenzenden Fließstrecke in der Wachau unter besonderer Berücksichtigung der Ernährungsökologie. Diss. Univ. Wien, 131 S.; Wien.
- Kraiem, M & E. Pattee, 1980. La tolérance á la température et au déficit en oxygène chez le Barbeau (*Barbus barbus* L.) et d'autres espèces

- provenant des zones piscicoles voisines. Arch. Hydrbiol. 88(2):205-261.
- Kraiem, MM, 1982. Etude comparative de l'âge et la croissance de barbeau *Barbus barbus* L. (Poissons, Cyprinidés) dans deux rivières françaises, le Rhône et l'Allier. Arch. Hydrobiol. 96(1): 73-96.
- Krupka, I., 1986. Druhove zloženie ichthyofauny a neresovemigracie mreny obyčajnej (*Barbus barbus* L. 1758) vo Vláre. Pol'nohospodarstvo 32: 474-480.
- Krupka, I., 1988a. Early development of the barbel (*Barbus barbus*). Práce Ustav. Tybarst. Hydrobiol. 6: 115-138.
- Krupka, I., 1988b. Vek a rast mreny obyčajnej (*Barbus barbus*) v Dunaji pri Bratislave. Pol'nohospodarstvo 34: 79 – 90.
- Lammens, E.H.R.R. & W. Hoogenboezem, 1991. Diets and feeding behaviour, in: Cyprinid Fishes, Winfield, I.J. & J.S. Nelson (eds.), Chapman & Hall, London, pp. 354-376.
- Lelek, A., 1980. Threatened Freshwater Fishes of Europe. European Committee for the Conservation of Nature and Natural Resources, Council of Europe. Nature and Environment Series no. 18, Strasbourg.
- Lucas, M.C., & E. Baras, 2001. Migration of Freshwater Fishes. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Lucas, M.C., & E. Batley, 1996. Seasonal movements and behaviour of adult barbel *Barbus barbus*, a riverine cyprinid fish: implications for river management. J. Appl. Ecol. 33: 1345-1358.
- Lucas, M.C., & P.A. Frear, 1997. Effects of a flow-gauging weir on the migratory behaviour of adult barbel, a riverine cyprinid. J. Fish Biol. 50: 382-396.
- Lucas, M.C., 2000. The influence of environmental factors on movements of lowland-river fish in the Yorkshire Ouse system The Science of the Total Environment, 251/252: 223-232.
- Lusk, S., 1996. Development and status of populations of *Barbus barbus* in the waters of the Czech Republic. Folia Zool. 45:39-46.
- Micha, J.C., 1971. Densité population, âge et croissance du barbeau, *Barbus barbus* (L.) et de l'ombre, *Thymallus thymallus* (L.) dans l'Ourthe. Ann. Hydrobiol. 2(1): 47-68.
- Ministerie van LNV, 2001. Handboek natuurdoeltypen, tweede geheel herziene druk. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.
- Movchan, Yu.V., & A.I. Smirnov, 1981. Fauna of the Ukraine. Vol. 8. Section 2. Part 1. Nauk. dumka, Kiev. 424 pp. In Oekraïns.
- Nijssen, H. & S.J. de Groot, 1987. De vissen van Nederland. Stichting Uitgeverij KNNV Utrecht, 244 p.
- Nosal, P.D., 1947. Information on the ecology of fishes in the Dnjepr River in the Kanivsk biogeographical district. Zbir. Kanivsk. biogeograf. zapov. 2(2): 3-76.
- Oliva, O., K.K. Tandon & A.S. Naiksatsam, 1979. Note on the growth of common barbel, *Barbus barbus* (Pisces: Cyprinidae). Vestn. Ceskoslov. spolecn. zool. 43(3): 200-207.
- Oliva, O., S. Hrabé & J. Lac, 1968. Stavovce Slovenska. Vyd. Sloven. Acad. vied, Bratislave. 389 pp.
- Opalatenko, L.K., 1966. The barbel, *Barbus barbus borysthenicus* Dyb. of the upper Dnjestr. Vopr. Ikhtiol. 6(3): 446-453. In Russisch.
- OVB, 1988. Cursus Vissoorten, deel 1 en 2, Nieuwegein.

- Pelz, G.R. & A. Kästle, 1989. Ortsbewegungen der Barbe (*Barbus barbus* (L.) - -radiotelemetrische Standortbestimmungen in der Nidda (Frankfurt/Main). *Fischökologie* 1(2):15-28.
- Pelz, G.R., 1989. Fraßspuren an Spundwänden. *Fischökologie Aktuell* 1(1):4-6.
- Peňáz, M, & H. Pozárová, 1973. Rust parmy obecné, *Barbus barbus* (L.) v rece Oslava. *Sborn. Prínodoved. kl. Západor. Muz. Trebic* 9: 55-64.
- Peňáz, M, & I. Stouracova, 1991. Effect of hydroelectric development on population dynamics of *Barbus barbus* in the River Jihlava. *Folia Zool.* 40: 75-84.
- Peňáz, M, 1971. Differences in mortality rate and development in feeding and starvating larvae of *Chondrostoma nasus* and *Barbus barbus* (Pisces). *Zool. Listy* 20(1):8594.
- Peňáz, M, 1973. Embryonic development of the barbel, *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758). *Zool. Listy* 22(4):363-374.
- Peňáz, M, 1977. Population analysis of the barbel *Barbus barbus* (L.) in some Moravian rivers (Czechoslovakia). *Prírod. praústavy CSA, Brne* 10(7): 55-64.
- Peňáz, M, K. Pivnička, V. Baruš & M Prokeš, 2003. Temporal changes in abundance of barbell, *Barbus barbus* in the Jihlava River, Czech Republic. *Folia Zool.* 52(4): 441-448.
- Peňáz, M, V. Baruš, M Prokeš & M Homolka, 2002. Movements of barbel, *Barbus barbus* (Pisces: Cyprinidae). *Folia Zool.* 51(1): 55-66.
- Peňáz, M, Z. Svobodova, M Hejtmanek, J. Trnkovva & E. Wohlgemuth, 1980. Mercury concentration in the basic components of the ecosystem of the Jihlava River. *Bul. Vyz. Ustav Ryb. Hydrobiol., Vodnany*, 16(1); 24-30.
- Penczak, R., & A. Kruk, 2000. Threatened obligatory riverine fishes in human-modified Polish rivers. *Ecology of Freshwater Fish* 2000: 9: 109-117.
- Penczak, T. & M Zalewski, 1974. Distribution of fish numbers and biomass in barbel region of the river and the adjoining old river-beds. *Ekol. pol.* 22(1):107-119.
- Penczak, T. & M Zalewski, 1981. Qualitative and tentative quantitative estimates of fish stock based on three successive electrofishings in the medium-sized Pilica River. *Pol. Arch. Hydrobiol.* 28 (1):55-68.
- Penczak, T., M Molinski & M Zalewski, 1976. The contribution of autochtonous and allochtonous matter to the trophy of a river in the barbel region. *Ekol. pol.* 24 (1):113-121.
- Philippart, J.C. & E. Baras, 1989. The biology and the management of the barbel, (*Barbus barbus* (L.) in the Belgian River Meuse basin, with special referenee to the reconstruction of populations using intensively-reared fish. In: *Proceedings of the 19th annual study course of the institute of fisheries management, Southampton* (5-8 sept, 1988), pp 61-82.
- Philippart, J.C. & M Vranken, 1983. Atlas des Poissons de Wallonie: Distribution, écologie, éthologie, pêche, conservation. In: *Cahiers d'éthologie appliquée* vol. 3, suppl. 1-2.
- Philippart, J.C. & P. Berrebi, 1990. Experimental hybridization of *Barbus barbus* and *Barbus meridionalis*: physiological, morphological and genetic aspects. *Aquat. Living Resour.*, 3: 325-332.

- Philippart, J.C., 1972. Dynamique et production des populations de poissons de la zone a barbeau de l'Ourthe. Resultats preliminaires. *Annls Soc. R. Zool. Belg.* 103(I): 61-77.
- Philippart, J.C., 1981. Problématique de la conservation, de l'exploitation halieutique et de l'aménagement des ressources ichtyologiques dans une grosse rivière de la zone a barbeau: l'Ourthe Liégeoise. *Cahiers d'Ethologie appliquée* 1(I):39-80.
- Philippart, J.C., 1982. Mise au point de l'alevinage contrôlé du barbeau *Barbus barbus* (L.) en Belgique. *Cahiers d'Ethologie appliquée* 2(2):173-202.
- Philippart, J.C., 1987. Démographie, conservation et restauration du barbeau fluviatile, *Barbus barbus* (L.) (Teleostei, Cyprinidae) dans la Meuse et ses affluents. Quinze années de recherches. *Annls Soc. R. Zool. Belg.* 117: 49-62.
- Philippart, J.C., 1990. Le repeuplement en barbeaux fluviatiles (*Barbus barbus* (L.)) d'élevage dans le cours d'eau Wallonie. *Cah. Ethol. Appl.* 10: 451-548.
- Pilcher, M.W., & G.H. Copp, 1997. Winter distribution and habitat use by fish in a regulated lowland river system of south-east England. *Fisheries Management and Ecology*, 4: 199-215.
- Pinder, A.C., 2001. Keys to larval and juvenile stages of coarse fishes of fresh waters of the British Isles. Freshwater Biological Association, Ambleside, Cumbria. FBA Scientific Publication; 60.
- Poncin, P., 1989. Effects of different photoperiods on the reproduction of the barbel, *Barbus barbus* (L.), reared at constant temperature. *J. Fish Biol.* 35: 395-400.
- Poncin, P., 1991. Environmental and endocrine control of barbell (*Barbus barbus* L.) reproduction. In: Proceedings of the fourth international symposium on the reproductive physiology of fish, 7-12 juni 1991.S. 148-150; Sheffield.
- Poncin, P., 1992. Influence on the daily distribution of light on reproduction in the barbell, *Barbus barbus*. *J. Fish Biol.* 41; 993-997.
- Poncin, P., 1994. Field observations on a mating attempt of a spawning grayling, *Thymallus thymallus* with a feeding barbel, *Barbus barbus*. *J. Fish Biol.* 45, 904-906.
- Poncin, P., C. Melard & J.C. Philippart, 1987. Utilisation de la température et de la photoperiode pour contrôler la maturation sexuelle en captivité de trois espèces de poissons cyprinides européens: *Barbus barbus*(L.), *Leuciscus cephalus* (L.) et *Tinca tinca* (L.). Resultats preliminaires. *Bull. Fr. Peche Piscic.* 304: 1-12.
- Poncin, P., J.C. Philippart & C. Melard, 1985. Induction of repeated spawnings in female barbel, *Barbus barbus* (L.) (Pisces, Cyprinidae) reared in heated water. In: Abstracts of the 7th Conference (Fish Culture) of the European Society for Comparative Physiology and Biochemistry, Barcelona, 1986.
- Przybylski, M, A. Boroń & A. Kruk, 2004. Growth of barbel, *Barbus barbus* (L.) in the upper Warta River, Odra River system *Ecohydrology & hydrobiology.* 4(2): 183-190.
- Rakevich, A.V., 1980. Sexual cycle and gametogenesis of the barbel in the Dnjestr River. In: MN. Lozan. Fauna, Ecology and Physiology of Animals. Shtiinstsa, Kischiniov. 56-61.

- Redeke, H.C., 1941. Pisces (Cyclostomi-Euichtyes) (TI-TII). In: Fauna van Nederland, Sijthof, Leiden, vol. 10- 331 pp.
- Rolik, H., 1971. Studia nad gatunkami rodzaju *Barbus* Cuvier, 1817, z dorzecza Sanu i Wisloki (Pisces, Cyprinidae). Ann. Zool. 23(13): 257-330.
- Sabaneyev, L.P., 1911. Fishes of Russia. Imp. Soc. Nat., Moscow. 1062 pp.
- Schlegel, H., 1870. De Visschen. In: Natuurlijke Historie van Nederland, G.L. Funke, Amsterdam, 211 p.
- Schmidt, G.W., 1982. Barben (*Barbus barbus*) künstlich vermehrt. Fischwirt 32 (9): 66-68.
- Schreiner, J., 1969. Encyclopedie van de sportvisserij, derde druk. Elsevier, Amsterdam/Brussel.
- Schwevers, U. & B. Adam, 1998. Zum Einfluß des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) auf die Fischbestände der Ahr (Rheinland-Pfalz). Österreichs Fischerei, 51:198-210.
- Spectrum, 1978. Het grote drum visboek; Herkenning/Vangtechnieken/Spillmann, Ch. J., 1961. Poissons d'eau douce. Lechevallier, Paris. 303 pp. Stekken/Materiaal/Zoet- en Zoutwatervissen. Het Spectrum
- Suter, W., 1997. Diet selection by cormorants *Phalacrocorax carbo* in inland Central Europe in the non-breeding season. Ekologia Polska, 45(1); 265-265.
- Syrovatskaya, N.I., 1927. Information on the commercial fishes in the Dnjepr River. Trudy Gosudarst. Ikhtiol. Sta. 1(3): 5-40. In Russisch.
- Syrovatskiy, I.Y., & P.K. Gudimovich, 1927. The fishery in the district of the Dnieprovsk rapids. Trudy Gosudarst. Ikhtiol. Sta. 1(3):109-178.
- Szabo, S., 1959. Caracteristicile ciclului ovarian le mreana (*Barbus barbus* L.). Stud. Univ. Babes-Bolyai. Biol. 2(2): 193-199.
- Szabo, S., 1962. Conditiiile abiotice de reproducere a scobarului (*Chondrostoma nasus*) si mreni (*Barbus barbus*). Bull. Inst. checet. piscic. 21:45-60.
- The Barbel Society. [www.barbelsociety.co.uk](http://www.barbelsociety.co.uk), juli 2007.
- Tyler, C.R., & S. Everett, 1993. Incidences of gross morphological disorders in barbel (*Barbus barbus*) in three rivers in southern England. J. Fish Biol. 43: 739-748.
- Vainstein, A.S., 1958. Ichthyofauna in the basin of the upper Dnjestr and the improvement or their growth. Byull. Inst. Hydrobiol., Kiev 1:67-71.
- van Emmerik, W.A.M., & H.W. de Nie, 2006. De zoetwatervissen van Nederland: Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven
- Vladimirov, MZ., & MN. Bodareu, 1975. Embryological development of the barbel (*Barbus barbus* L.). Biol. Resur. vod. Moldav. 13:123-139. In Russisch.
- Vonnegut, P., 1938. Die Barbenregion der Ems. Archiv fur Hydrobiologie, vol. 32.
- Vriese, T., 1991. De visstand in de Grensmaas. RWLS/OVB 1991-01. OVB-Onderzoeksrapport 1991-21. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Waidbacher, H.G., & G. Haidvogel, 1998. Fish migration and fish passage facilities in the Danube: past and present. In: Fish Migration and Fish Bypasses (eds M Jungwirth, S. Schmutz & S. Weiss), pp. 85-89. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd., Oxford.

- Walton, I., C. Cotton & R. Venables, 1971. The Complete Angler with Charles Cotton "Complete Angler" and Robert Venables "Experienced Angler". Reprint from the original in 1676.
- Watkins, M.S., S. Doherty & G.H. Copp, 1997. Microhabitat use by 0+ and older fishes in a small English chalk stream J. Fish Biol. 50; 1010-1024.
- Welcomme, R.L., 1988. International introductions of inland aquatic species. FAO Fisheries Technical Paper 294. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Wheeler, A. & D.R. Jordan, 1990. The status of the barbel, *Barbus barbus* (L.) (Teleostei, Cyprinidae) in the United Kingdom J. Fish Biol. 37: 393-399.
- Wheeler, A., 1969. The Fishes of the British Isles and North-West Europe. Macmillan, London. 613 pp.
- Wieser, W., 1991. Physiological energetics and ecophysiology, in: Cyprinid Fishes, Winfield, I.J. & J.S. Nelson (eds.), Chapman & Hafi, London, pp. 426-455.
- Wijmans, P.A.D.M & G. Gerlach, 2005. Rapport visserijkundig onderzoek Swalm Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Wijmans, P.A.D.M & T.W.P.M Aarts, 2004. Visstandbeheerplan en inrichtingsvisie Roer 2004 - 2014. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij, Nieuwegein.
- Wolnicki, J., & W. Górný, 1995. Survival and growth of larval and juvenile barbel (*Barbus barbus* L.) reared under controlled conditions. Aquaculture 129; 251-259.
- Zhukov, P.I., 1965. The Fishes of Belorussia. Nauka Tekhn., Minsk.



# Bijlagen

Bijlage I	Groei van barbeel in verschillende wateren .....	74
-----------	--	----

# Bijlage I Groei van barbeel in verschillende wateren

Water	Geslacht	Totaallengten (cm) in verschillende leeftijdsklassen															Auteurs
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Svratka	M	8,1	12,6	16,9	20,7	22,8	26,2	29,0	29,6	-	-	-	-	-	-	-	1
	V	8,3	13,0	17,1	21,3	24,5	28,4	32,1	34,6	40,0	43,3	47,5	51,3	52,5	56,6	61,2	
Moravice	M	4,8	9,0	14,0	17,5	20,5	23,2	25,6	27,0	-	-	-	-	-	-	-	2
	V	5,0	9,4	14,8	19,8	24,3	28,9	32,6	37,0	-	-	-	-	-	-	-	
Vlara	M	8,0	10,4	13,0	16,1	18,2	19,9	21,9	23,8	26,0	-	-	-	-	-	-	3
	V	7,7	11,7	15,9	19,4	22,7	25,0	27,8	30,9	33,2	35,2	37,4	45,7	48,4	51,5	-	
Dye	M	6,8	11,7	16,3	19,6	22,4	25,1	26,3	28,1	-	-	-	-	-	-	-	4
	V	7,6	14,3	19,2	23,9	28,3	32,7	36,1	38,7	-	-	-	-	-	-	-	
Oslava	M	8,8	13,0	16,7	19,5	22,1	24,6	26,8	28,4	30,1	32,6	35,6	37,6	38,8	-	-	5
	V	9,9	14,6	18,8	21,9	26,1	29,3	32,5	35,3	37,2	41,3	42,5	48,7	51,6	53,6	62,0	
Oslava	M	8,0	12,0	15,8	18,9	22,0	24,8	27,3	29,2	30,9	31,1	-	-	-	-	-	6
	V	8,9	12,7	16,9	21,4	25,6	29,3	32,7	35,0	37,7	39,6	42,8	45,1	49,6	51,8	62,0	
Rokytna	M	7,4	10,9	14,4	17,6	20,4	22,7	24,8	25,9	-	-	-	-	-	-	-	6
	V	7,4	10,8	14,4	18,1	21,7	25,1	28,1	31,1	33,3	35,9	38,1	40,7	47,7	-	-	
Jihlava	M	7,6	11,8	15,6	18,8	21,9	24,5	26,5	28,9	30,5	-	-	-	-	-	-	6
	V	7,9	12,0	16,3	19,9	24,3	27,6	30,9	33,4	36,8	40,0	44,7	50,3	55,1	60,0	-	
Rhone	M	4,1	6,9	10,2	13,6	16,4	18,8	21,6	24,1	25,9	28,3	30,8	32,2	34,6	36,3	-	7
	V	5,0	8,6	12,8	16,6	19,6	22,8	25,9	29,0	32,1	35,4	38,8	41,3	43,2	-	-	
Allier	M	4,1	7,5	11,2	14,7	17,6	20,5	22,6	25,5	28,1	30,0	31,9	33,2	34,5	-	-	7
	V	4,8	8,3	11,8	15,2	18,8	22,8	27,2	30,4	33,3	35,3	37,8	40,0	42,4	-	-	
Donau	M	8,3	15,2	20,7	25,8	29,8	32,5	35,1	38,2	39,6	-	-	-	-	-	-	8
	V	9,5	16,9	24,0	30,3	36,1	40,8	43,9	48,0	50,8	52,0	-	-	-	-	-	
Jihlava	M																9
	V																

1 Hochmann, 1955 in Olivia *et al.*, 1979; 2 Hochmann, 1957 in Penaz, 1977; 3 Krupka, 1958, in Krupka, 1988b; 4 Hochmann & Jirasek, 1960 in Olivia *et al.*, 1979; 5 Penaz & Pozarova, 1973 in Olivia *et al.*, 1979; 6 Penaz, 1977; 7 Kraiem, 1982; 8 Krupka, 1988b;

### **In deze reeks verschenen:**

01. Kennisdocument grote modderkruiper, *Misgurnus fossilis* (Linnaeus, 1758)
02. Kennisdocument Atlantische steur, *Acipenser sturio* (Linnaeus, 1758)
03. Kennisdocument gestippelde alver, *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782)
04. Kennisdocument sneep, *Chondrostoma nasus* (Linnaeus, 1758)
05. Kennisdocument pos, *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)
06. Kennisdocument Atlantische zalm, *Salmo salar* (Linnaeus, 1758)
07. Kennisdocument forel, *Salmo trutta* (Linnaeus, 1758)
08. Kennisdocument vlagzalm, *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758)
09. Kennisdocument rivierdonderpad, *Cottus gobio* (Linnaeus, 1758)
10. Kennisdocument riviergrondel, *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)
11. Kennisdocument Europese aal of paling, *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)
12. Kennisdocument schol, *Pleuronectes platessa* (Linnaeus, 1758)
13. Kennisdocument snoek, *Esox lucius* (Linnaeus, 1758)
14. Kennisdocument barbeel, *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758)
15. Kennisdocument bittervoorn, *Rhodeus amarus* (Pallas, 1776)
16. Kennisdocument snoekbaars, *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)
17. Kennisdocument diklipharder, *Chelon labrosus* (Risso, 1827)
18. Kennisdocument haring, *Clupea harengus harengus* (Linnaeus, 1758)
19. Kennisdocument kolblei, *Abramis (of Blicca) bjoerkna* (Linnaeus, 1758)
20. Kennisdocument ,winde *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)
21. Kennisdocument zeebaars, *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)
22. Kennisdocument karper, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

Zie de website voor een digitale PDF versie en nieuwe kennisdocumenten  
([http://www.sportvisserijnederland.nl/vis\\_en\\_water/](http://www.sportvisserijnederland.nl/vis_en_water/))



**Sportvisserij Nederland**  
Postbus 162  
3720 Ad Bilthoven

