



Examples of implemented clear bar spacings:

10 mm

15 mm

20 mm

\* This is based on the assumption that passability is determined by the maximum body height or width. It is possible that individual fish actively move through bar racks with slightly lower clearance than their body cross-section.

## Body proportion based bar spacing thresholds\* [mm] for the stages >0+, >1+ and adult of different fish species

Fish species		Maximum bar clearance [mm]			References		Notes
English name	Scientific name	> 0+	> 1+	Adult	Minimal body lengths	Body proportions	
Asp	<i>Aspius aspius</i>	8,06	13,69	30,09	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Atlantic salmon	<i>Salmo salar</i>	5,62	not relevant	49,17	Füllner et al. 2004 <sup>1</sup> , Schwevers & Adam 2020 <sup>2</sup>	Schwevers & Adam 2020	<sup>1</sup> 0+ fish <sup>2</sup> adult fish
Atlantic salmon smolt <sup>1</sup>	<i>Salmo salar (Smolt)</i> <sup>1</sup>	not relevant	8,76	not relevant	Hutchings & Jones 1998	Schwevers & Adam 2020	<sup>1</sup> Value does not refer to 1+ fish but the minimal smolt size
Atlantic sturgeon	<i>Acipenser sturio</i>	46,20	59,40	110,00	Bauch 1966 <sup>1</sup> , Rochard et al. 2001 <sup>2</sup>	Ebel 2013	<sup>1</sup> adult fish <sup>2</sup> 0+ and 1+ fish
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	5,53	no data	5,53	Kammerad & Scharf 2012	Reichard 1998	
Brook Lamprey	<i>Lampetra planeri</i>	0,90	1,85	6,55	Krappe 2004	Ebel 2013	
Brown trout	<i>Salmo trutta</i>	10,12	15,41	22,22	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Bullhead	<i>Cottus gobio</i>	5,87	no data	7,34	Bauch 1966 <sup>1</sup> , Mills & Mann 1983 <sup>2</sup>	Riffel & Schreiber 1998	<sup>1</sup> 1+ fish <sup>2</sup> 0+ and adult fish
Burbot	<i>Lota lota</i>	3,33	5,27	38,58	Ritterbusch et al. 2018 <sup>1</sup> , Schwevers & Adam 2020 <sup>2</sup>	Schwevers & Adam 2020	<sup>1</sup> 0+ und 1+ fish <sup>2</sup> adult fish
Carp	<i>Cyprinus carpio</i>	12,00	36,00	60,00	Bauch 1966	Ebel 2013	
Catfish	<i>Silurus glanis</i>	25,71	64,44	70,63	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Common barbel	<i>Barbus barbus</i>	6,47	14,11	31,98	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Common bleak	<i>Alburnus alburnus</i>	1,50	5,36	5,36	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Common Bream	<i>Abramis brama</i>	5,93	10,58	18,34	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Common dace	<i>Leuciscus leuciscus</i>	4,79	7,81	11,04	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Common nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	1,92	5,38	13,59	Hauer et al. 2008	Schwevers & Adam 2020	
Common roach	<i>Rutilus rutilus</i>	5,25	9,93	12,46	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Common rudd	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	3,60	8,16	15,79	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Crucian carp	<i>Carassius carassius</i>	4,80	19,20	19,20	Bauch 1966	Ebel 2013	
Eurasian minnow	<i>Phoxinus phoxinus</i>	2,97	4,51	6,27	Frost 2021	Schmalz & Schmalz 2007 in Ebel 2013	
Eurasian ruffe	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	6,26	10,52	10,52	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
European chub	<i>Squalius cephalus</i>	7,25	13,26	22,65	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
European perch	<i>Perca fluviatilis</i>	6,75	12,05	17,94	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
European smelt	<i>Osmerus eperlanus</i>	1,16	3,05	7,76	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Gibel carp	<i>Carassius gibelio</i>	8,76	15,21	23,57	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Grayling	<i>Thymallus thymallus</i>	7,60	13,10	25,00	Ebel 2000 <sup>1</sup> , Ebel 2013 <sup>2</sup>	DWA 2014	<sup>1</sup> 0+ and 1+ fish <sup>2</sup> adult fish
Gudgeon	<i>Gobio gobio</i>	2,78	6,35	6,35	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Ide	<i>Leuciscus idus</i>	7,42	12,04	30,34	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Maraena w.	<i>Coregonus maraena</i>	9,26	no data	28,04	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Nothern white finned gudgeon	<i>Romanogobio belingi</i>	2,32	5,46	5,46	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Pike	<i>Esox lucius</i>	13,04	27,66	27,66	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Pikeperch	<i>Sander lucioperca</i>	11,58	23,44	32,64	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2019	
River lamprey	<i>Lampetra fluviatilis</i>	1,50	3,00	10,61	Schwevers & Adam 2020	Ebel 2013	
Sea lamprey	<i>Petromyzon marinus</i>	1,50	3,00	28,46	Schwevers & Adam 2020	Ebel 2013	
Sea trout	<i>Salmo trutta, anadrom</i>	11,11	25,75	49,22	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Silvereel ♀	<i>Anguilla anguilla</i> ♀	not relevant	not relevant	22,38	Durif et al. 2009	Schwevers & Adam 2020	
Silvereel ♂	<i>Anguilla anguilla</i> ♂	not relevant	not relevant	11,79	Durif et al. 2009	Ebel 2013	
Spined loach	<i>Cobitis taenia</i>	4,10	5,10	5,10	Marconato & Rasotto 1989	Mezhzherin et al. 2020	
Spirlin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	1,46	5,04	6,98	Breitenstein & Kirchhofer 1999	Cocan et al. 2015	
Stone loach	<i>Barbatula barbatula</i>	2,50	7,00	7,00	Lumesberger-Loisl et al. 2014 <sup>1</sup> , Smyly 1955 <sup>2</sup>	Schmalz 2010 in Ebel 2013	<sup>1</sup> adult fish <sup>2</sup> 0+ and 1+ fish
Sun bleak	<i>Leucaspius delineatus</i>	1,52	3,56	4,00	IGF 2022 <sup>1</sup> , Schaarschmidt et al. 2005 <sup>2</sup>	IGF 2022	<sup>1</sup> 1+ fish <sup>2</sup> 0+ fish and adult fish
Tench	<i>Tinca tinca</i>	7,42	11,90	11,90	Bauch 1966	Buchtová et al. 2003	
Three-spined stickleback	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	3,52	4,72	4,72	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	
Vimba	<i>Vimba vimba</i>	3,96	9,22	13,36	Lusk et al. 2005	Schwevers & Adam 2019	
Weatherfish	<i>Misgurnus fossilis</i>	4,50	5,49	9,09	Pyrzanowski et al. 2020 und Schauer et al. 2013	Kotusz 1995	
White bream	<i>Abramis bjoerkna</i>	5,02	9,21	16,09	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2019	
Yellow eel	<i>Anguilla anguilla</i>	2,70	3,00	not relevant	Schaarschmidt et al. 2005	Ebel 2013	
Zope	<i>Abramis ballerus</i>	4,17	7,87	13,70	Schwevers & Adam 2020	Schwevers & Adam 2020	

\* This is based on the assumption that passability is determined by the maximum body height or width. It is possible that individual fish actively move through bar racks with slightly lower clearance than their body cross-section.

- Bauch, G. (1966): Die einheimischen Süßwasserfische. – Melsungen.
- Breitenstein, M. & Kirchhofer, A. (1999): Biologie, Gefährdung und Schutz des Schneiders in der Schweiz (*Alburnoides bipunctatus*). – Mitteilungen zur Fischerei 62.
- Buchtová, H., Svobodová, Z., Flajšhans, M. & Vorlová, L. (2003): Analysis of growth, weight and relevant indices of diploid and triploid population of tench *Tinca tinca* (Linnaeus 1758). – *Aquaculture Research* 34 (9): 719-726.
- Cocan, D., Popescu, F., Lațiu, C., Coșier, V., Coroian, A., Negrea, O. et al. (2015): Meristic and Morphometric Characteristics of Spirilin, *Alburnoides bipunctatus* Bloch 1782 (Actinopterygii: Cyprinidae) of the Letca Area – Someș River. – *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies* 72(2): 252-254.
- Durif, C., Guibert, A. & Elie, P. (2009): Morphological discrimination of the silvering stages of the European eel. – *American Fisheries Society Symposium* 58: 103-111.
- DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2014): Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. – Merkblatt DWA-M509.
- Ebel, G. (2000): Habitatansprüche und Verhaltensmuster der Äsche *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758). – Halle (Saale): Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie.
- Ebel, G. (2013): Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Rechen- und Bypasssysteme. Ingenieurbiologische Grundlagen, Modellierung und Prognose, Bemessung und Gestaltung. – Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Band 4, Halle (Saale).
- Frost, W. E. (2021): The natural history of the minnow, *Phoxinus phoxinus*. – *Journal of Animal Ecology* 12: 139-162.
- Füllner, G., Pfeifer, M., Geisler, J. & Kohlmann, K. (2004): Der Elblachs: Ergebnisse der Wiedereinbürgerung in Sachsen. – Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Hauer, C., Unfer, G., Schmutz, S. & Habersack, H. (2008): Morphodynamic Effects on the Habitat of Juvenile Cyprinids (*Chondrostoma nasus*) in a Restored Austrian Lowland River. – *Environmental Management* 42(2): 279-296.
- Hutchings, J. A. & Jones, E. B. (1998): Life history variation and growth rate thresholds for maturity in Atlantic salmon, *Salmo salar*. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55 (Suppl. 1): 22-47.
- Institut für Gewässerökologie und Fischereibiologie Jena (IGF) (2022): Fischbestandsuntersuchung und Fischentnahme Absatzbecken Dänkriz – Untersuchungsbericht IGF Jena (unveröffentlicht).
- Kammerad, B. & Scharf, J. (2012): Die Fischarten und Fischgewässer in Sachsen-Anhalt – Teil I Die Fische. – Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg.
- Kotusz, J. (1995): Morphological characteristics of the mud loach *Misgurnus fossilis* (L.) (Pisces: Cobitidae) from the mid Odra and Vistula river basins. – *AleP.* 2/25: 3-14. <https://doi.org/10.3750/AIP1995.25.2.01>
- Krappe, M. (2004): Quantitative Analysen populationsökologischer Phänomene im Lebenszyklus des Bachneunauges *Lampetra planeri* (Bloch 1784). – PhD. Universität Rostock, Rostock, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät.
- Lumesberger-Lois, F., Berg, K. & Gumpinger, C. (2014): Zur Laichmigration der Bachschmerle (*Barbatula barbatula*, Linné 1758). – *Österreichs Fischerei* 67: 253-261.
- Lusk, S., Lusková, V., Halacka, K. & Šlechtová, V. (2005): Characteristics of the remnant *Vimba vimba* population in the upper part of the Dyje River. – *Folia Zoologica -Praha-* 54(4): 389-404.
- Marconato, A. & Rasotto, M. (1989): The biology of a population of spined loach, *Cobitis taenia* L. – *Bollettino di zoologia* 56(1): 73-80.
- Mezhzherin, S. V., Pavlenko, L. I., Tsyba, A. O., Saliy, T. V. & Ghazali, M. A. (2020): Morphometric variation of hybridizing species and gynogenetic biotypes of spined loaches (Cobitidae: Cobitis) in river systems of Ukraine. – *Zoodiversity* 4/54. <https://ojs.akademperiodyka.org.ua/index.php/Zoodiversity/article/view/89>.
- Mills, C. A. & Mann, R. H. K. (1983): The bullhead *Cottus gobio*, a versatile and successful fish. – *Annual Reports of the freshwater Biological Association* 51: 76-88.
- Pyrzanowski, K., Zięba, G. & Przybylski, M. (2020): Endangered weatherfish (*Misgurnus fossilis*) age and growth is affected by the size of the watercourses. – *J. of Vertebrate Biology* 69(1): 1-12.
- Reichard, M. (1998): A morphological comparison of riverine and oxbow bitterling populations with respect to allometric growth. – *Folia Zoologica -Praha-* 47: 65-74.
- Riffel, M. & Schreiber, A. (1998): Morphometric differentiation in populations of the Central European sculpin *Cottus gobio* L., a fish with deeply divergent genetic lineages. – *Canadian journal of Zoology* 5/76: 876-885. <https://doi.org/10.1139/z98-007>.
- Ritterbusch, D., Fladung, E., Simon, J., Pietrock, M. & Lewin, C. (2018): Die Quappe (*Lota lota*) in der Elbe. – *Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow, Potsdam-Sacrow* (51).
- Rochard, E., Lepage, M., Dumont, P., Tremblay, S. & Gazeau, C. (2001): Downstream Migration of Juvenile European Sturgeon *Acipenser sturio* L. in the Gironde Estuary. – *Estuaries* 24: 108-115.
- Schaarschmidt, T., Arzbach, H. H., Bock, R., Borkemann, I., Brämick, U., Brunke, M., Lemcke, R., Kämmerer, M., Meyer, L. & Tappenbeck, L. (2005): Die Fischfauna der kleinen Fließgewässer Nord- und Nordostdeutschlands – Leitbildentwicklung und typgerechte Anpassung des Bewertungsschemas nach EU-Wasserrahmenrichtlinie. – LAWA-Projekt O 22.03 Im Rahmen des Länderfinanzprogramms Wasser und Boden, Abschlussbericht im Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommern, Rostock.
- Schauer, M., Ratschan, C., Wanzenböck, J., Gumpinger, C. & Zauner, G. (2013): Der Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*, Linnaeus 1758) in Oberösterreich. – *Österreichs Fischerei* 66: 54.
- Schmalz, W. & Schmalz, M. (2007): Durchführung systematischer Untersuchungen zur Konzeption funktionsgerechter Wanderhilfen im Bereich von Wasserkraftanlagen am Beispiel der Wasserkraftanlage Camburg / Döbritschen (Thüringen). – Studie mit Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (Nr. 18364/01+02), Schleusingen (Bauhaus Univ. Weimar, Institut für Wasserwesen, Hydrolabor Schleusingen).
- Schmalz, W. (2010): Untersuchungen zum Fischabstieg und Kontrolle möglicher Fischschäden durch die Wasserkraftschnecke an der Wasserkraftanlage Walkmühle an der Werra in Meiningen. – Abschlussbericht im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie, unveröff. Gutachten, Jena.
- Schwevers, U. & Adam, B. (2019): Biometrie einheimischer Fischarten als Grundlage für die Bemessung von Fischwegen und Fischschutzanlagen. – *Wasser und Abfall* 21: 46-52.
- Schwevers, U. & Adam, B. (2020): Fish Protection Technologies and Fish Ways for Downstream Migration. – Cham.
- Smyly, W. J. P. (1955): On the Biology of the Stone-Loach *Nemacheilus barbatula* (L.). – *Journal of Animal Ecology* 24: 167-186.