DIN EN 18110:2025-11 (D)

Wasserbeschaffenheit - Verfahren zur Ermittlung der Fischdurchgängigkeit von Wasserförderschnecken, Pumpen und Spiralturbinen, die in Pumpwerken und Wasserkraftwerken verwendet werden - Verfahren auf der Grundlage der Prüfung der Passageüberlebenswahrscheinlichkeit für lebende Fische und des Schaufelkollisionsmodells; Deutsche Fassung EN 18110:2025

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 8

Einleitung ... 9

1 Anwendungsbereich ... 13

2 Normative Verweisungen ... 14

3 Begriffe ... 14

4 Zeichnungen der Anlagen ... 19

5 Technische Ausrüstung und Hilfsmittel ... 22
5.1 Fangnetz ... 22
5.2 Vorrichtung zum Aussetzen von Fischen ... 23
5.3 Transporttank ... 24
5.4 Hältertank ... 25
5.5 Setzkescher ... 25
5.6 Kleiner Transportbehälter ... 25
5.7 Messbrett ... 25
5.8 Anästhetika ... 25
5.9 Tierwohltagebuch ... 26

6 Prüfung der Überlebensrate von Fischen ... 26
6.1 Allgemeines ... 26
6.2 Autorisierung und Sicherheit ... 26
6.3 Rechtsvorschriften und Verordnungen ... 26
6.4 Ablaufdiagramme ... 27
6.5 Betriebsbedingungen ... 32
6.6 Auswahl und Herkunft der Fische ... 32
6.6.1 Fischarten und Größenklassen ... 32
6.6.2 Anzahl der Fische ... 33
6.6.3 Herkunft der Fische ... 34
6.7 Vorbereitung einer Prüfung der Überlebensrate von Fischen ... 34
6.7.1 Transport der Fische zum Prüfort ... 34
6.7.2 Akklimatisierung der Fische vor Ort ... 34
6.7.3 Hälterung der Fische vor Ort ... 34
6.7.4 Fütterung der Fische ... 35
6.7.5 Fangnetz ... 35
6.7.6 Vorrichtung zum Aussetzen von Fischen ... 35
6.8 Durchführung einer Prüfung der Überlebensrate von Fischen ... 36
6.8.1 Allgemeines ... 36
6.8.2 Aussetzen und Wiedereinfangen ... 36
6.8.3 Beurteilung der Verletzungen der Fische ... 37
6.8.4 Autopsie toter Fische ... 38
6.8.5 Beendigung einer Prüfung der Überlebensrate von Fischen ... 39
6.8.6 Wasserqualität ... 39
6.8.7 Tierwohltagebuch ... 40

6.9 Berechnung der Passageüberlebenswahrscheinlichkeit ... 40
6.10 Bericht ... 41

7 Berechnungsverfahren zur Beurteilung der Überlebensrate von Fischen ... 44
7.1 Allgemeines ... 44
7.2 Mortalität durch Schaufelkollision ... 44
7.3 Kollisionswahrscheinlichkeit ... 45
7.4 Geschwindigkeit in der meridionalen Ebene ... 46
7.5 Relative Geschwindigkeit der Fische ... 47
7.6 Effektive Fischlänge ... 47
7.7 Verstümmelungsrate ... 49
7.8 Kollisionsgeschwindigkeit ... 50
7.9 Schaufeldicke ... 51
7.10 Gesamtmortalität ... 51
7.11 Integrierte Mortalität ... 52

8 Skalierung der Ergebnisse von Prüfungen der Überlebensrate von Fischen ... 52
8.1 Allgemeines ... 52
8.2 Geometrische Ähnlichkeit ... 52
8.3 Kinematische Gleichheit ... 53
8.4 Skalierung bei echter Ähnlichkeit ... 54
8.5 Skalierung unter Realbedingungen ... 54

Anhang A (informativ) Fischarten ... 56

Anhang B (informativ) Ursachen für Schädigungen und Mortalität von Fischen, die Pump- und Wasserkraftwerke passieren ... 57
B.1 Einleitung ... 57
B.2 Mechanismen der Fischschädigung ... 57
B.2.1 Allgemeines ... 57
B.2.2 Mechanische Schädigungen ... 57
B.2.3 Barotrauma ... 61
B.2.4 Trauma durch Scherkräfte ... 62
B.3 Numerische Strömungssimulation ... 63

Anhang C (informativ) Beurteilung der Überlebensrate von Fischen in Freiwasserturbinen ... 64
C.1 Prüfungen der Überlebensrate von Fischen ... 64
C.2 Berechnungsverfahren ... 64
C.2.1 Geschwindigkeit in der meridionalen Ebene ... 65
C.2.2 Gesamtmortalität ... 66
C.3 Vermeidungsverhalten ... 67
C.3.1 Allgemeines ... 67
C.3.2 Maximale Spurtgeschwindigkeit ... 67
C.3.3 Minimale Mortalität bei Vermeidungsverhalten ... 68

Anhang D (informativ) Abschätzungen der Überlebensrate, statistische Präzision, statistische Aussagekraft und Stichprobenumfang ... 73
D.1 Allgemeines ... 73
D.2 Analyse auf Grundlage der Anzahl der ausgesetzten Fische ... 73
D.2.1 Abschätzung der Passageüberlebenswahrscheinlichkeit ... 73
D.2.2 Wahrscheinlichkeit und Variabilität ... 74
D.2.3 A-priori-Betrachtung des Stichprobenumfangs ... 75
D.3 Analyse auf Grundlage der Anzahl der wieder eingefangenen Fische ... 76
D.3.1 Abschätzung der Passageüberlebenswahrscheinlichkeit ... 76
D.3.2 Wahrscheinlichkeit und Variabilität ... 77
D.3.3 A-priori-Betrachtung des Stichprobenumfangs ... 79

Anhang E (normativ) In einem Tierwohltagebuch zu beschreibende Parameter ... 83
E.1 Vor dem Transport: Herkunftswasser ... 83
E.2 Während des Transports durch den Fischzüchter/Fischlieferanten/Spediteur ... 83
E.3 Während der Prüfung der Überlebensrate ... 83

Anhang F (informativ) Rechtsvorschriften zum Schutz der für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tiere **85**

Literaturhinweise **86**

Bilder

Bild 1 — Schematische Darstellung eines Pumpwerks mit Halbaxialpumpe **19**

Bild 2 — Schematische Darstellung eines Pumpwerks mit Axialpumpe **20**

Bild 3 — Schematische Darstellung eines Pumpwerks mit archimedischer Schraubenpumpe **20**

Bild 4 — Schematische Darstellung eines Wasserkraftwerks mit archimedischer Schraubenturbine **20**

Bild 5 — Schematische Darstellung eines Wasserkraftwerks mit einer Francisturbine **21**

Bild 6 — Schematische Darstellung eines Wasserkraftwerks mit einer Kaplanturbine **22**

Bild 7 — Schematische Darstellung eines Flusswasserkraftwerks mit einer Spiralturbine **22**

Bild 8 — Darstellung einer Vorrichtung zum Aussetzen von Fischen, Drauf- und Seitenansicht **24**

Bild 9 — Beispiel für das Aussetzen von Fischen **24**

Bild 10 — Ablaufdiagramm Teil 1: Bereitstellung der Fische **27**

Bild 11 — Ablaufdiagramm Teil 2: Überprüfung der Fische vor der Prüfung der Überlebensrate **28**

Bild 12 — Ablaufdiagramm Teil 3: Durchführung der Überprüfung der Überlebensrate **29**

Bild 13 — Ablaufdiagramm Teil 4: Überprüfung der Fische nach der Prüfung der Überlebensrate **30**

Bild 14 — Ablaufdiagramm Teil 5: Überprüfung auf verzögerte Mortalität und Abschluss der Prüfung der Überlebensrate **31**

Bild 15 — Pumpenrotorgeometrie, Stromlinie und Geschwindigkeit in der meridionalen Ebene **47**

Bild 16 — Definition des Winkels β in der meridionalen Ebene einer Pumpe **50**

Bild 17 — Definition des Winkels δ im Strömungsquerschnitt einer Axialpumpe **51**

Bild 18 — Dicke d der Vorderkante einer Schaufel **51**

Bild C.1 — Schematische Darstellung einer Freiwasserturbine **65**

Bild C.2 — Freiwasserturbine: Seitenansicht in der meridionalen Ebene **66**

Bild C.3 — Stromaufwärts durch eine Freiwasserturbine migrierende Fische **69**

Bild C.4 — Fläche A_s stromaufwärts vom Turbinenrotor, aus der Fische nicht mehr entkommen können **69**

Bild C.5 — Fluchtrichtung γ_1 und Fluchtwinkel γ_2 ..... **70**

Bild D.1 — Absoluter Fehler ε für S = 0,96 und S_c = 0,98, berechnet für verschiedene relative Bruchteile an wieder eingefangenen Fischen γ und verschiedene Gesamtzahlen an Fischen N 81

Bild D.2 — Absoluter Fehler ε für S = 0,9 und S_c = 0,98, berechnet für verschiedene relative Bruchteile an wieder eingefangenen Fischen γ und verschiedene Gesamtzahlen an Fischen N 81

Bild D.3 — Effektstärke h nach Cohen und erforderliche Gesamtzahl an Stichproben N, um für eine Bandbreite an Fischüberlebensraten S_t eine statistische Aussagekraft von 80 % zu erzielen, exakter Zweistichprobentest nach Fisher (2 unabhängige Gruppen), S_c = 0,98; $Nt = Nc$, statistische Aussagekraft $(1 - \beta)$ = 0,8; Signifikanzwert α = 0,05 82

Tabellen

Tabelle 1 — Standard-Fischarten und -Größenklassen für Laborprüfungen der Überlebensrate 33

Tabelle 2 — Klassifizierung in Verletzungskategorien 38

Tabelle 3 — Parameter a, b und v_{crit} [12] 49

Tabelle A.1 — In diesem Dokument in Bezug genommene Fischarten 56

Tabelle D.1 — Standard-Normalquantile für häufig verwendete Vertrauensniveaus 74