

DIN EN 15910

ICS 13.060.70

**Wasserbeschaffenheit –
Anleitung zur Abschätzung der Fischabundanz mit mobilen
hydroakustischen Verfahren;
Deutsche Fassung EN 15910:2014**

Water quality –

Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods;
German version EN 15910:2014

Qualité de l'eau –

Guide sur l'estimation de l'abondance des poissons par des méthodes hydroacoustiques
mobiles;

Version allemande EN 15910:2014

Gesamtumfang 50 Seiten

Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 15910:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Unterausschuss NA 119-01-03-05 UA „Biologische Verfahren“ des Arbeitsausschusses NA 119-01-03 AA „Wasseruntersuchung“ im Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN.

Bezeichnung des Verfahrens:

Anleitung zur Abschätzung der Fischabundanz mit mobilen hydroakustischen Verfahren (M 23):

Verfahren DIN EN 15910 — M 23

Diese Norm wurde unter dem Mandat M/424 „Entwicklung und Verbesserung von Europäischen Normen für die Bestimmung der chemischen und ökologischen Wasserqualität zur Unterstützung der Wasser-rahmenrichtlinie“ (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik^{*)}) erarbeitet, das die Europäische Kommission dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) erteilt hat. Das in dieser Norm festgelegte Verfahren unterstützt die im Anhang V der Wasserrahmenrichtlinie festgelegten Anforderungen.

^{*)} Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin.

Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach dieser Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten und bestehende Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Bei Anwendung der Norm ist im Einzelfall je nach Aufgabenstellung zu prüfen, ob und inwieweit die Festlegung von zusätzlichen Randbedingungen erforderlich ist.

Die vorliegende Norm enthält das vom Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN und von der Wasserchemischen Gesellschaft — eine Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker — gemeinsam erarbeitete Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung:

Anleitung zur Abschätzung der Fischabundanz mit mobilen hydroakustischen Verfahren (M 23).

Die als DIN-Normen veröffentlichten Deutschen Einheitsverfahren sind bei der Beuth Verlag GmbH einzeln oder zusammengefasst erhältlich. Außerdem werden die genormten Deutschen Einheitsverfahren in der Loseblattsammlung „Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung“ gemeinsam von der Beuth Verlag GmbH und der Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA publiziert.

Normen oder Norm-Entwürfe mit dem Gruppentitel „*Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung*“ sind in folgende Gebiete (Haupttitel) aufgeteilt:

Allgemeine Angaben (Gruppe A)

Sensorische Verfahren (Gruppe B)

Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C)

Anionen (Gruppe D)

Kationen (Gruppe E)

Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F)

Gasförmige Bestandteile (Gruppe G)

Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H)

Mikrobiologische Verfahren (Gruppe K)

Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L)

Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M)

Einzelkomponenten (Gruppe P)

Schlamm und Sedimente (Gruppe S)

Suborganismische Testverfahren (Gruppe T)

Über die bisher erschienenen Teile dieser Normen gibt die Geschäftsstelle des Normenausschusses Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Telefon 030 2601–2448, oder die Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin (Hausanschrift: Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin), Auskunft.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Wasserbeschaffenheit - Anleitung zur Abschätzung der
Fischabundanz mit mobilen hydroakustischen Verfahren

Water quality - Guidance on the estimation of fish
abundance with mobile hydroacoustic methods

Qualité de l'eau - Guide sur l'estimation de l'abondance des
poissons par des méthodes hydroacoustiques mobiles

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 17. November 2013 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole und Abkürzungen	6
4 Grundlage des Verfahrens und Anwendung	7
5 Geräte.....	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Leistungsfähigkeit der Systeme.....	9
5.2.1 Mindestanforderungen	9
5.2.2 Optimale Anforderungen	9
5.3 Kalibrierung	9
5.3.1 Allgemeines	9
5.3.2 Arten der Kalibrierung.....	9
6 Planung der Untersuchung.....	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Planung der geeigneten Auflösung und Erkennung.....	12
6.3 Vorplanung	12
6.4 Zeitplan für die Untersuchungen	13
6.5 Ausrichtung und Position der Schallwandler.....	14
6.5.1 Allgemeines	14
6.5.2 Anforderungen an vertikale Untersuchungen	14
6.5.3 Anforderungen an horizontale Untersuchungen.....	14
6.6 Anforderungen an vergleichende hydroakustische Untersuchungen	15
7 Datenerfassung im Rahmen der Untersuchung	15
7.1 Akustische Daten.....	15
7.2 Echolot-Einstellungen	15
7.3 Datenerhebung durch zusätzliche Einrichtungen	16
8 Nachbearbeitung akustischer Daten	16
8.1 Allgemeines	16
8.2 Voranalyse	16
8.2.1 Bodenerfassung.....	16
8.2.2 Auflösungsvermögen	17
8.2.3 Szenarios zur Erkennung von Einzelecho-/Einzelziel (SED/ST)-Erkennung	19
8.3 Analyse	20
8.3.1 Verfahren zur Abschätzung der Abundanz	20
8.3.2 Vertikaluntersuchungen.....	20
8.3.3 Horizontaluntersuchungen	20
8.3.4 Abschätzungen der Biomasse	21

9	Ergebnisse und Angabe der Ergebnisse	21
9.1	Ziel.....	21
9.2	Identifikation von Zielen	22
9.3	Auswertung von Daten der Echostärke	22
9.4	Bestimmung des Gewichts und der Biomasse	23
9.5	Ergebnisdarstellung von akustischen Daten	24
9.5.1	Fischabundanz in Form einer zahlenmäßig angegebenen Dichte	24
9.5.2	Größenverteilung.....	24
9.5.3	Biomasse.....	24
9.6	Abschätzungen der Varianz und der Präzision der Probenahme	24
9.6.1	Präzision der Schätzungen	24
9.6.2	Einfache Zufallsanalyse.....	25
9.6.3	Stratifizierte Analyse	25
10	Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung.....	26
10.1	Allgemeines	26
10.2	Qualitätskontrolle	26
10.3	Qualitätssicherung	27
11	Untersuchungsbericht	27
11.1	Allgemeines	27
11.2	Zielstellung, Standort für die Probenahme und Personal.....	27
11.3	Geräte und zusätzliche Angaben	28
11.4	Einzelheiten des Untersuchungspfades und Verhältnisse am Untersuchungsort	28
11.5	Untersuchungsergebnisse	29
	Anhang A (informativ) Zusätzliche Daten	30
	Anhang B (informativ) Verfahren zur Abschätzung der Fischabundanz.....	32
	Anhang C (informativ) Umrechnung von TS in Körperlänge und -gewicht der Fische	34
	Anhang D (informativ) Dekonvolutionsverfahren	39
	Anhang E (informativ) Bestimmung des Elementarabstands für Probenahmeeinheiten (EDSU)	41
	Anhang F (informativ) Abschätzungen der Varianz und der Präzision der Probenahme.....	42
	Anhang G (informativ) Veröffentlichte Vergleichsstudien	43
	Literaturhinweise	45

Vorwort

Dieses Dokument (EN 15910:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juli 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juli 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Diese Norm gehört zu einer Reihe von Europäischen Normen, die für die Bestimmung der Artenzusammensetzung, der Abundanz (Häufigkeit) und der Altersstruktur von Fischen in Flüssen, Seen und Übergangsgewässern entwickelt wurden. Folgende Normen wurden bereits veröffentlicht:

- EN 14011, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme von Fisch mittels Elektrizität*;
- EN 14757, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme von Fisch mittels Multi-Maschen-Kiemennetzen*;
- EN 14962, *Wasserbeschaffenheit — Anleitung zur Anwendung und Auswahl von Verfahren zur Probenahme von Fischen*.

Der Erst-Entwurf für dieses Dokument wurde von einer internationalen Gruppe von Fachleuten bei einem gemeinsamen Ad-hoc-Workshop von EIFAC/CEN erstellt.

WARNUNG — Anwender dieser Europäischen Norm sollten mit der üblichen Labor- und Freilandpraxis vertraut sein. Diese Norm gibt nicht vor, alle unter Umständen mit der Anwendung des Verfahrens verbundenen Sicherheitsaspekte anzusprechen. Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers, angemessene Sicherheits- und Schutzmaßnahmen zu treffen und sicherzustellen, dass diese mit nationalen Festlegungen übereinstimmen.

WICHTIG — Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach dieser Europäischen Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt ein Verfahren zur Datengewinnung und Datenauswertung von Fischpopulationen in großen Flüssen, Seen und Stauseen mit hydroakustischen Geräten fest, die von mobilen Plattformen (Boote und Schiffe) aus betrieben werden.

Diese Norm ermöglicht eine Abschätzung der Abundanz von Fischpopulationen im Pelagial und Profundal von Gewässern mit einer mittleren Tiefe > 15 m unter Anwendung einer vertikalen Schallwellenabstrahlung sowie in ufer- und oberflächennahen Bereichen von Wasserkörpern mit einer Tiefe > 2 m unter Anwendung einer horizontalen Schallwellenabstrahlung. Die Größenverteilung von Fischpopulationen kann nur mit relativ geringer Präzision und Genauigkeit bestimmt werden, besonders bei horizontal eingesetzten Echoloten. Da gegenwärtig mit akustischen Verfahren Arten nicht direkt bestimmt werden können, sollten sie stets mit anderen direkten Fischfangverfahren kombiniert eingesetzt werden.

In dieser Norm werden Empfehlungen und Anforderungen an die Ausrüstung, die Durchführung der Erfassung, die Datengewinnung und die Verarbeitung von Daten und Ergebnissen sowie die Angabe der Ergebnisse festgelegt. Die Literaturhinweise enthalten ausgewählte Publikationen zur Unterstützung dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 14962:2006, *Wasserbeschaffenheit — Anleitung zur Anwendung und Auswahl von Verfahren zur Probenahme von Fischen*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14962:2006.

3.2 Symbole und Abkürzungen

Gebräuchliche Abkürzungen in diesem Dokument verwendet:

- EDSU Elementarabstand der Probenahmeeinheiten; in Meter (m) (en: Elementary Distance Sampling Unit);
- GPS Globales Positionsbestimmungssystem (en: Global Positioning System);
- MUR Maximal verwendbare Reichweite; in Meter (m) (en: Maximum Usable Range);
- PST Peak für kleine Ziele (en: Peak of Small Targets);
- S_a Zielrückstreumaß, bezogen auf die Fläche; in dB re 1 ($m^2 m^{-2}$) (Flächenrückstreumaß);
- S_v Zielrückstreumaß, bezogen auf das Volumen; in dB re 1 m^{-1} (Volumenrückstreumaß);
- SED Nachweis eines Einzelechos (en: Single Echo Detection);
- SRV Signal-zu-Rauschen-Verhältnis;
- ST Einzelziel (en: Single Target);
- TS Echostärke = dB re 1 m^2 (en: Target Strength);
- TVG Zeitabhängige Verstärkung (en: Time Varied Gain);
- YOY Jungfische, juvenile Fische (en: Young of the year).

4 Grundlage des Verfahrens und Anwendung

Hydroakustische (oder Echolot-) Verfahren sind für die Erfassung von Fischbeständen in einer Wassersäule [35] effektiv und effizient. Akustische Verfahren zur Fischbestandserhebung sind vergleichbar mit Fernerkundungstechniken und gegenüber anderen Probenahmeverfahren im Vorteil, da nahezu die gesamte Wassersäule rasch und zerstörungsfrei beprobt werden kann, eine kontinuierliche Untersuchung des Areals erfolgt, die Datenauflösung in der Größenordnung von Dezimetern liegt und die Daten auf vielfältige Weise verarbeitet werden können. Zur Bestimmung der Arten und der Altersstruktur sind jedoch andere Verfahren und Vorgehensweisen erforderlich.

Die Hydroakustik wird eingesetzt, um durch Fernerkundung Informationen zu erhalten; gepulste Schallwellen werden in einen Wasserkörper abgegeben und ihre Echos aufgezeichnet und analysiert. Es stehen verschiedene Systeme mit einfacher, doppelter, gesplitteter und fächerartiger Schallwellenabstrahlung zur Verfügung, wobei die beiden letztgenannten Systeme zunehmend die beiden anderen Systeme ersetzen. Akustische Systeme werden üblicherweise von einem fahrenden Boot aus in großen Wasserkörpern eingesetzt. Für Betrieb und Kontrolle des Echolots am Untersuchungsort und für die Auswertung der Daten ist ein Computer erforderlich.

Diese Norm behandelt die Probenahme aus tiefen Seen, Stauseen, flachen Seen und breiten Niederungsflüssen mit akustischen Verfahren. Das Pelagial und Profundal von Seen mit einer Tiefe > 15 m werden durch eine vertikale Schallwellenabstrahlung untersucht, während Ufer- und Oberflächenbereiche von Seen und Niederungsflüssen mit einer Tiefe > 2 m durch eine horizontale Schallwellenabstrahlung beprobt werden [21], [25]. Durch den Einsatz akustischer Verfahren können aus Gewässern mit unterschiedlicher Trophie Proben entnommen werden, und ein breiter Bereich von Fischgemeinschaften und Zielarten, der von Jungfischen bis zum großen, voll entwickelten Fisch reicht, kann nachgewiesen und mengenmäßig erfasst werden (Tabelle 1).

Untersuchungen mit mobilen akustischen Verfahren liefern mehrschichtige Informationen; sie reichen von relativ einfachen Untersuchungen zum Vorkommen/Fehlen von Zielarten bis zur räumlichen (oder zeitlichen) Verteilung von Individuen oder Gruppen und zu einer vollständig quantitativen Abschätzung der Dichte und (in Kombination mit anderen Probenahmetechniken) der Biomasse im jeweiligen System.

Mit der Hydroakustik korrekt gewonnene Daten stehen in enger Relation zur Populationsdichte. Die Strategie des Verfahrens umfasst die Entnahme der Proben aus einer definierten Fläche oder einem bestimmten Volumen eines Sees oder Flusses unter Verwendung geeigneter Geräte (Abschnitt 5) sowie Datenerfassungs- (Abschnitt 7) und Datenverarbeitungsverfahren (Abschnitt 8), um die Ergebnisse in einem standardisierten Berichtsformat (Abschnitt 9) so darzustellen, dass Abschätzungen der Fischabundanz möglich sind. In diesem Zusammenhang kann die Abundanz entweder ein relatives oder ein absolutes Beurteilungskriterium sein, das auf einer einmaligen Untersuchung einer bekannten Wasserfläche oder eines -volumens beruht.

Tabelle 1 — Eignung hydroakustischer Probenahmeverfahren für Binnengewässer und Fischgemeinschaften

Anwendung	Ziele	Gewässertyp	Zielarten und Lebensstadien	Einschränkungen
Vertikale Schallwellenabstrahlung	Abschätzungen der Abundanz einer Fischpopulation Größenstruktur einer Fischpopulation	See der Kategorie 1 ^a See der Kategorie 3 ^b	Fische im Pelagial und Profundal juvenile bis adulte Fische	Unzureichende Erfassung oberflächennaher Wasserschichten und des Litorals Muss zur Ermittlung der Artenzusammensetzung und der Altersstruktur in Kombination mit direkten Fangverfahren eingesetzt werden
Horizontale Schallwellenabstrahlung	Abschätzungen der Abundanz einer Fischpopulation Größenstruktur einer Fischpopulation	See der Kategorie 1 ^a See der Kategorie 3 ^b Fluss der Kategorie 3 ^c Fluss der Kategorie 4 ^d Fluss der Kategorie 5 ^e	Fische im Litoral und in oberflächennahen Wasserschichten juvenile bis adulte Fische	Unzureichende Erfassung des Pelagials und Profundals Anfällig für Störungen durch Makrophyten und eingeschlossene Luft Unsichere Größenstruktur bei Seen und langsam fließenden Flüssen Muss zur Ermittlung der Artenzusammensetzung in Kombination mit direkten Fangverfahren eingesetzt werden Temperaturgradienten können bis zum Bias von Abschätzungen von Fischpopulationen beitragen aufgrund der Ablenkung der Schallwellen.
Kombinierte vertikale und horizontale Schallwellenabstrahlung	Abschätzungen der Abundanz einer Fischpopulation Größenstruktur einer Fischpopulation	See der Kategorie 1 ^a See der Kategorie 3 ^b	Fische im Pelagial, Profundal, Litoral und in oberflächennahen Wasserschichten juvenile bis adulte Fische	Bei horizontaler Schallwellenabstrahlung anfällig für Störungen durch Makrophyten und eingeschlossene Luft Unsichere Größenstruktur bei horizontaler Schallwellenabstrahlung Muss zur Ermittlung der Artenzusammensetzung in Kombination mit direkten Fangverfahren eingesetzt werden
Kategorien für Seen und Flüsse, siehe EN 14962: ^a Mit einem Pelagial oder Profundal, Fläche < 0,5 km ² ^b Mit einem Pelagial oder Profundal, Fläche > 0,5 km ² ^c Breite < 30 m, maximale Tiefe > 2 m ^d Breite 30 m bis 100 m, maximale Tiefe > 2 m ^e Breite > 100 m, maximale Tiefe > 2 m.				

5 Geräte

5.1 Allgemeines

Die gegenwärtig verfügbaren hydroakustischen Geräte sind zwar genau und zuverlässig, sie müssen jedoch auch richtig eingesetzt werden, und alle Faktoren, die ihre Leistungsfähigkeit beeinflussen können, müssen grundlegend bekannt sein. Zu den Ursachen für systematische Fehler bei hydroakustischen Untersuchungen gehören auch Kalibrierfehler, die hydrographischen Bedingungen sowie das Verhalten und die Wanderung der Fische im Tagesverlauf [35]. Außerdem führen in der Praxis, z. B. Plankton, Ablagerungen, untergetauchte Makrophyten und eingeschlossene Luftblasen zu unerwünschten Echos (Schallreflexionen), wodurch die Einsatzmöglichkeiten begrenzt werden.

5.2 Leistungsfähigkeit der Systeme

5.2.1 Mindestanforderungen

Obwohl davon auszugehen ist, dass zahlreiche verschiedene Echolote unterschiedlicher Bauart brauchbare Informationen liefern können, gilt für wissenschaftliche Erhebungen mindestens die Anforderung, dass ein „wissenschaftliches“ Echolot mit folgenden Merkmalen einzusetzen ist:

- Echolot (kalibriert) für eine quantitative Fischbestandserhebung, das mit einer für das Gewässer und die Zielfischarten geeigneten Frequenz arbeitet, am günstigsten zwischen 38 kHz und 1,8 MHz [36];
- geeignet zur Speicherung und Weiterbearbeitung der kalibrierten Daten;
- eine Datenverarbeitung ermöglicht, so dass daraus die Abundanz und Größenverteilung resultiert.

5.2.2 Optimale Anforderungen

Empfohlen wird nach Möglichkeit die Verwendung wissenschaftlicher Echolote mit gesplitteter (split-beam) oder fächerartiger (multi-beam) Abstrahlung, weil diese systembedingte, offenkundige Vorteile gegenüber anderen Ausführungen haben.

5.3 Kalibrierung

5.3.1 Allgemeines

Durch Kalibrierungen ist sicherzustellen, dass Echolot und Schallwandler die Abundanz und Größe der Fische exakt bestimmen können. Außerdem ist mit Kalibrierungen zu bestätigen, dass das gesamte akustische System vorschriftsmäßig und über einen längeren Zeitraum stabil arbeitet; dadurch können jeweils verschiedene Untersuchungsperioden und Echolote miteinander verglichen werden. Alle Kalibrierungen sollten nach dem Handbuch und den Empfehlungen des Herstellers durchgeführt werden.

5.3.2 Arten der Kalibrierung

5.3.2.1 Vollständige Kalibrierung des Echolots und des Systems

Eine vollständige Kalibrierung wird im Allgemeinen vom Hersteller und für die meisten Schallwandler nur einmal während ihrer Lebensdauer durchgeführt; sie sollte jedoch auch dann erfolgen, wenn ein Schallwandler beschädigt wurde.

Die vollständige Kalibrierung ist vom Hersteller oder einer vom Hersteller anerkannten Institution durchzuführen.

Sie wird gesondert für jede abgegebene Impulsdauer, den Schallpegel und alle Einstellungen der Empfängerverstärkung durchgeführt.

Sie sollte auch dann durchgeführt werden, wenn Schallwandler, Kabel oder Echolot beschädigt wurden.

Für jede Kalibrierung müssen Aufzeichnungen erstellt und aufbewahrt werden (nach Möglichkeit sollten die Rohdaten gespeichert werden), um wesentliche Änderungen der Leistungsparameter während der Lebensdauer des Schallwandlers beurteilen zu können.

5.3.2.2 Kalibrierung der Abstrahlcharakteristik

Die Kalibrierung der Abstrahlcharakteristik sollte für jede Anwendung (nach den Angaben des Herstellers) und immer dann durchgeführt werden, wenn anzunehmen ist, dass Schallwandler oder Kabel beschädigt wurden.

Sowohl für vertikale als auch für horizontale Anwendungen (d. h. Vertikaluntersuchungen in tiefen Seen oder Flüssen bzw. Horizontaluntersuchungen in flachen Seen oder Flüssen) muss bei der Kalibrierung der Abstrahlcharakteristik berücksichtigt werden:

- die vertikale Kalibrierung in einem freien Schallfeld (d. h. ohne seitliche Begrenzungen) unter hohen Signal-Rausch-Verhältnissen (SRV);
- eine Erhebung von Temperatur und Salzgehalt, um Schallgeschwindigkeit und Absorptionskoeffizient exakt bestimmen zu können;
- die mittlere Wassertemperatur sollte anhand eines Tiefenprofils in 1-m-Abständen über die gesamte Wassersäule bestimmt werden;
- ein Mindestabstand zum Zielobjekt, der das 2-Fache des theoretischen Nahfeldes beträgt:
Möglicherweise muss der Signalgeber deutlich unter die Oberfläche eines tiefen Wasserkörpers abgesenkt werden, um z. B. eine Beeinflussung durch oberflächennahe Wellen und Luftblasen auszuschließen, solange die nötige Reichweite verfügbar ist.
- die Vermeidung von Streuschichten im Strahl, wie z. B. thermische Schichtung, Fische, Luftblasen oder Zooplankton;
- ein Mindestabstand, der das 2-Fache der zwischen Kalibrierkugel und Boden abgegebenen Impulslänge beträgt;
- die Messung der Strahlbreite und des Winkelveiwertes.

Nach einer Beschädigung des Kabels und des Schallwandler-Gehäuses muss der Schaden repariert und eine neue Kalibrierung der Abstrahlcharakteristik durchgeführt werden.

Wenn die bei der Kalibrierung ermittelten Parameter gegenüber früher durchgeführten Kalibrierungen keine größeren Abweichungen zeigen, können Schallwandler und Kabel als voll funktionsfähig angesehen werden. Der Hersteller sollte die zulässigen Abweichungen angeben können.

Für jede Kalibrierung müssen Aufzeichnungen erstellt und aufbewahrt werden (nach Möglichkeit sollten die Rohdaten gespeichert werden), um wesentliche Änderungen der Leistungsparameter während der Lebensdauer des Schallwandlers beurteilen zu können.

5.3.2.3 Überprüfungen der Standard-Echostärke

Überprüfungen der Standard-Echostärke sollten an jedem Untersuchungsstandort durchgeführt werden, um zu bestätigen, dass das System vorschriftsmäßig arbeitet, und Korrekturen vornehmen zu können, die sich aus den Umgebungsbedingungen ergeben (nach den Angaben der Hersteller).

Sowohl für vertikale als auch für horizontale Anwendungen (d. h. Vertikaluntersuchungen in tiefen oder flachen Seen bzw. Horizontaluntersuchungen in Seen und Flüssen) sollte die Prüfung des Standard-Echos idealerweise zu Beginn jeder neuen Untersuchung oder an jedem Tag durchgeführt werden (unabhängig vom Untersuchungsstandort oder der Strategie). Diese Prüfung umfasst folgende Stufen:

- a) Durchführen eines standardisierten (Ziel-)Körpers durch den Strahl, um zu überprüfen, ob die Ergebnisse unter Einhaltung der Toleranzen den Erwartungen entsprechen (siehe Tabelle 2). Die Toleranzen verändern sich in Abhängigkeit von der Ausrichtung der Schallwellenabstrahlung (vertikal oder horizontal) und dem Signal-zu-Rauschen-Verhältnis (SRV). Es wird empfohlen, entlang des Schallwellenstrahls und innerhalb jedes Quadranten mindestens 250 Echos anzuwenden.

- b) Der Signalgeber wird an die Wassertemperatur angeglichen, und Luftblasen werden von der Oberfläche des Schallwandlers und vom standardisierten Zielkörper entfernt.
- c) Die Prüfung des Standard-Echos ist unter den gleichen Umgebungsbedingungen (Wassertemperatur und Salzgehalt) wie bei der Untersuchung durchzuführen.
- d) Die Prüfungen des Standard-Echos sind unter Anwendung gleicher Impulsdauer, Übertragungsleistungen und Bandbreiten wie bei der Untersuchung durchzuführen.
- e) Für mobile Horizontaluntersuchungen muss eine Prüfung des Standard-Echos in horizontaler Richtung durchgeführt werden, vorteilhafterweise so, dass der standardisierte (Ziel-)Körper in unterschiedlichen Abständen vom Schallwandler angeordnet ist. Geringe Verlässlichkeit bei Echostärkenmessungen in flachem Wasser oder nahe von Grenzschichten angenommen werden, wegen der Möglichkeit, dass die Ausbreitung zwischen Grenzschichten nicht kugelförmig ist.
- f) Für mobile Horizontaluntersuchungen müssen regelmäßige Messungen des Temperaturprofils an einem festen Standort vorgenommen werden, um die normale sphärische Ausbreitung des Schalls/Schallstrahls zu verifizieren.

Die Geräteeinstellungen dürfen nach dieser Prüfung nicht verändert werden; wenn jedoch die Ergebnisse nicht zufrieden stellend sind, ist eine Kalibrierung der Abstrahlcharakteristik oder eine vollständige Kalibrierung erforderlich. Bei flachen Seen oder Horizontaluntersuchungen kann eine Verlagerung zu einem geeigneten Prüfstandort erforderlich werden.

Tabelle 2 — Beispiele für Echostärken (TS) für Wolframcarbidkugeln mit unterschiedlichen Durchmessern bei Schallgeschwindigkeit 1 450 m/s in Süßwasser [35]

Frequenz kHz	Durchmesser mm	Echostärken in Süßwasser dB
38	38,1	-42,0
70	33,2	-41,3
70	38,1	-40,6
120	33,2	-41,0
120	38,1	-40,1
200	36,4	-39,8
200	38,1	-40,0
420	21,2	-44,3

6 Planung der Untersuchung

6.1 Allgemeines

Akustische Untersuchungen werden durchgeführt, um große Wasservolumina zu untersuchen. In der Praxis kann wegen der begrenzten Zeit, die zur Durchführung der Untersuchung zur Verfügung steht, nur ein kleiner Anteil dieses Volumens mit akustischen Geräten betrachtet werden. Daher basieren die an Transekten durchgeführten Untersuchungen auf der Annahme, dass die entlang einer Untersuchungsstrecke durchgeführten Messungen Proben liefern, die für die weitere Verteilung der Zielarten im untersuchten Wasservolumen repräsentativ sind [35]. Da nur aus einem Teil der jeweiligen Gesamtfläche tatsächlich Proben entnommen werden, sind beim Planen der Untersuchung bestimmte Zielstellungen auszuwählen, die von einer umfassenden Einschätzung der Abundanz einer gesamten Population bis zu einer einfachen Identifizierung der Standorte mit Fischkonzentrationen reichen können.