Phylib 7

Technische Dokumentation

Datum: 14. Juli 2024

Version: 7.0.0

chromgruen

IMPRESSUM

PHYLIB 7

Technische Dokumentation

Dr. Andreas Müller

Foto: Florian Freymann (Wietze in Niedersachsen)

chromgruen Planungs- und Beratungs- GmbH & Co. KG
Gröndelle 3, D-42555 Velbert

in Zusammenarbeit mit
Dr. Antje Gutowski (Bremen), Dr. Ilka Schönfelder (Neuenhagen), Dr. Doris Stelzer (Riemerling)

und freundlicher Unterstützung von
Dr. Lydia King (Freiburg), Dr. Markus Paul (Nossen), Dr. Klaus van de Weyer (Nettetal), Dr. Andrea Vogel (Seefeld-Hechendorf) und zahlreichen, sehr aufmerksamen Testerinnen und Testern aus Landesämtern und Büros, den Mitgliedern des Projektbeirates und des LAWA-Expertenkreises Biologie der Fließgewässer *und nicht zuletzt von Frau Kerstin Jenemann (Sächsisches LfULG, Dresden), die das Projekt seitens des Expertenkreises geleitet hat.*

gefördert durch die ***Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)***
Projekt O-6.23 des Länderfinanzierungsprogramms 'Wasser, Boden und Abfall'

Inhaltsverzeichnis

Seite

Kapitel 1 Änderungen gegenüber Version 6 **1**
1.1 Generelle Änderungen . . . 1
1.2 Änderung in der Release-Version . . . 1
1.3 Änderungen in den Testversionen . . . 1
1.3.1 Änderungen in Testversion 7.0.0.RC . . . 1
1.3.2 Änderungen in Testversion 7.0.0.f . . . 1
1.3.3 Änderungen in Testversion 7.0.0.e . . . 2
1.3.4 Änderungen in Testversion 7.0.0.d . . . 2
1.3.5 Änderungen in Testversion 7.0.0.c . . . 2
1.3.6 Änderungen in Testversion 7.0.0.b . . . 2

Kapitel 2 Rahmenbedingungen **3**
2.1 Fachliche Grundlagen . . . 3
2.2 Technische Rahmenbedingungen . . . 3
2.3 Entwicklungsumgebung . . . 3
2.4 Verwendete Software . . . 4
2.5 Systemvoraussetzungen . . . 4
2.6 Konventionen . . . 4
2.6.1 Formatierung . . . 4
2.6.2 Variablen-, Klassen- und Paketnamen . . . 4
2.7 Versionsmanagement . . . 4
2.7.1 Versionskontrollsystem . . . 4
2.7.2 Versionsnummern . . . 4
2.7.2.1 Versionsnummern der Software . . . 4
2.7.2.2 Versionsnummern der Datenbank . . . 5
2.7.2.3 Versionsnummern der Taxaliste . . . 5
2.7.2.4 Kennzeichnung der Ausgaben . . . 5
2.7.3 Branching . . . 5
2.8 Testgetriebene Entwicklung . . . 5

Kapitel 3 Die Struktur und Funktionalität von Phylib 7 **7**
3.1 Die Verzeichnisstruktur . . . 7
3.2 Die Paketstruktur . . . 7
3.3 Das Klassenmodell . . . 7
3.4 Funktionalität . . . 9

Kapitel 4 Implementierte Bewertungsregeln **10**
4.1 Implementierung der Bewertungsmethodik . . . 10
4.1.1 Berücksichtigung von unsicher bestimmten Taxafunden . . . 10
4.2 Makrophyten . . . 11
4.2.1 Bezug zu Quellcode und Datenbank . . . 11
4.2.2 Umrechnung der Pflanzenmengen in Quantitäten . . . 11
4.2.3 Kriterien für eine gesicherte Bewertung . . . 11
4.2.4 Makrophytenverödung . . . 11

4.2.5 Zuordnung der Taxa zu den Artengruppen . . . 12
4.2.6 Berechnung der Gesamtquantitäten . . . 12
4.2.7 Ermittlung der Anzahl berücksichtigter Taxa einer Probe . . . 12
4.2.8 Ermittlung der Helophytendominanz . . . 13
4.2.9 Berechnung der Diversität . . . 13
4.2.10 Berechnung der Evenness . . . 13
4.2.11 Berechnung des prozentualen Anteils bestimmter Arten . . . 14
4.2.12 Berechnung des Referenzindex M (RI) . . . 14
4.2.12.1 Berücksichtigung der Artengruppe B^+ . . . 14
4.2.13 Typspezifische Besonderheiten im Bewertungsverfahren . . . 15
4.2.14 Stellen mit Makrophytenverödung . . . 15
4.2.15 Typspezifische Abwertung an Stellen mit Helophytendominanz . . . 15
4.2.16 Transformation des Referenzindex M zum Index Makrophyten . . . 15
4.2.17 Weitere typspezifische Zusatzkriterien . . . 16
4.2.17.1 Typen ohne weitere Zusatzkriterien . . . 16
4.2.17.2 Typ MP . . . 16
4.2.17.3 Typ TNk . . . 16
4.2.17.4 Typ TNm . . . 17
4.2.17.5 Typ TNg . . . 17
4.2.18 Beitrag des Moduls zur Gesamtbewertung . . . 18
4.2.18.1 Bestimmung der Bewertungsklasse . . . 18
4.2.18.2 Bestimmung der dezimalen Bewertung . . . 18
4.2.18.3 Normierung des Index Makrophyten . . . 18
4.3 Diatomeen . . . 19
4.3.1 Bezug zu Quellcode und Datenbank . . . 19
4.3.2 Kriterien für eine gesicherte Bewertung . . . 19
4.3.2.1 Anteil planktischer Arten . . . 19
4.3.2.2 Aerophile Arten . . . 19
4.3.2.3 Gesamthäufigkeit . . . 19
4.3.2.4 Bestimmungstiefe . . . 19
4.3.3 Bewertungsmodul „Artenzusammensetzung und Abundanz“ . . . 20
4.3.3.1 Abwertung bei Massenvorkommen . . . 20
4.3.3.2 Abwertung durch saprobietolerante Arten . . . 20
4.3.3.3 Normierung des Referenzartenindex . . . 21
4.3.4 Bewertungsmodul „Nährstoffbewertung“ . . . 21
4.3.4.1 Trophieindex nach Pfister . . . 21
4.3.4.2 Saprobitätsindex nach Pfister . . . 21
4.3.4.3 Normierung des Trophie- bzw. Saprobitätsindex . . . 22
4.3.5 Berechnung des EQR Diatomeen . . . 23
4.3.6 Bewertungsmodul „Versauerungszeiger“ . . . 23
4.3.7 Bewertungsmodul „Versalzung“ . . . 24
4.3.7.1 Halobienindex (Schönfelder) . . . 24
4.3.8 Vorkommen von Arten der Roten Liste . . . 24
4.3.9 Grenzen zur Klassifizierung . . . 25
4.3.10 Beitrag des Moduls zur Gesamtbewertung . . . 25
4.4 Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) . . . 25
4.4.1 Kriterien für eine gesicherte Bewertung . . . 25
4.4.2 Ermittlung des Bewertungsindex . . . 26

4.4.3 Berücksichtigung von Massenvorkommen . . . 26
4.4.4 Taxonspezifische Ausnahmeregeln . . . 26
4.4.5 Beitrag des Moduls zur Gesamtbewertung . . . 27
4.4.5.1 Bestimmung der Bewertungsklasse . . . 27
4.4.5.2 Bestimmung der dezimalen Bewertung . . . 27
4.4.5.3 Nnormierung des Index PoD . . . 27
4.5 Gesamtbewertung . . . 27
4.5.1 Vorbemerkungen . . . 27
4.5.2 Makrophyten-Phytobenthos Index Fließgewässer . . . 27
4.5.3 Überprüfung der Gesamtbewertung anhand zusätzlicher Kriterien . . . 28
4.5.3.1 Abwertung bei Versauerung . . . 28
4.5.3.2 Abwertung bei Versalzung . . . 28

Kapitel 5 Schnittstellen 29
5.1 Eingabedatei . . . 29
5.2 Schlüssellisten für die Eingabedatei . . . 31
5.3 Ausgabedateien . . . 31
5.3.1 Ausgabe im Excel-Format . . . 31
5.3.2 Ausgabe im JSON-Format . . . 37
5.4 Schlüssellisten für die Excel-Ausgabedatei . . . 37

Anhang A Schlüssellisten für die Eingabe 39

Anhang B Schlüssellisten für die Ausgabe 43

Anhang C Programmmeldungen 44

Anhang D Lizenzen 48

Bibliographie 49

Tabellenverzeichnis

4.1 Berücksichtigung unsicher bestimmter Taxafunde . . . 10
4.2 Pflanzenmenge nach Kohler . . . 11
4.3 Zuordnung von Makrophytentaxa zu den Artengruppen, Auszug . . . 12
4.4 Berücksichtigung der B^+ Arten . . . 15
4.5 Abwertung bei Helophytendominanz . . . 16
4.6 Typspezifische obere Grenzen der Bewertungsklassen . . . 18
4.7 Kodierung der taxonomischen Einheiten . . . 20
4.8 Transformierung des TI bzw. SI nach Pfister . . . 22
4.9 Abstufung wegen Versauerung . . . 23
4.10 Indikatoren anthropogener Versauerung (Versauerungszeiger) . . . 23
4.11 Grenzen zur Klassifizierung des Halobienindex H_3 . . . 24
4.12 Grenzen zur Klassifizierung von Referenzarten-, Trophie- und Saprobitätsindex . . . 25
4.13 Taxa, die erst ab Abundanz 3 eingestuft sind . . . 26
4.14 Normierungsfaktoren zur Umrechnung der PoD-Bewertungen . . . 27
4.15 Normierungsfaktoren zur Umrechnung der PoD-Bewertungen . . . 27
4.16 Güteklassen und EQR . . . 28
4.17 Abwertung bei Versauerung . . . 28

5.1 Fließgewässer-Kopfdaten . . . 30
5.2 Fließgewässer-Messwerte . . . 30
5.3 Struktur der Excel-Ausgabe, Blatt „Ergebnisse” . . . 31
5.4 Struktur der Excel-Ausgabe, Blatt „Ergebnisse_FAQHYD” . . . 34
5.5 Struktur der Excel-Ausgabe, Blatt „Taxa” . . . 36

A.1 Schlüsselliste Ökoregion . . . 39
A.2 Schlüsselliste WRRL-Typ . . . 39
A.3 Schlüsselliste M+P-Typen . . . 40
A.4 Makrophytenverödung . . . 41
A.5 Begründungen für Makrophytenverödung . . . 41
A.6 Helophytendominanz . . . 41
A.7 Biologische Einheiten . . . 41
A.8 Erscheinungsformen von Makrophyten . . . 42

B.1 Schlüsselliste Artgruppen . . . 43
B.2 Schlüsselliste für Halobienindex D (Schönfelder) . . . 43

C.1 Fehlermeldungen . . . 44
C.2 Allgemeine Meldungen im Blatt Ergebnisse . . . 44
C.3 Diatomeenbezogene Meldungen im Blatt Ergebnisse . . . 45
C.4 Makrophytenbezogene Meldungen im Blatt Ergebnisse . . . 46
C.5 PoD-bezogene Meldungen im Blatt Ergebnisse . . . 46
C.6 Taxonbezogene Bemerkungen . . . 47

Abbildungsverzeichnis

3.1 Paket-Struktur von Phylib 7.0 8
3.2 Klassenstruktur im Bereich Diatomeen 8
3.3 Klassenstruktur im Bereich Makrophyten 8
3.4 Klassenstruktur im Bereich PoD 9
3.5 Bildschirmfoto der Ansicht der mit javadoc erzeugten Dokumentation 9

5.1 Auszug aus der Struktur eines JSON-Exports 38

Kapitel 1

Änderungen gegenüber Version 6

1.1 Generelle Änderungen

- Änderungen des Bewertungsverfahrens für Diatomeen (gemäß den Ergebnissen der LFP-Projekte O 6.20 und O 6.22)
- Änderungen des Bewertungsverfahrens für Makrophyten (gemäß den Ergebnissen der LFP-Projekte O 9.16 und O 1.17)
- Änderungen des Bewertungsverfahrens für Phytobenthos ohne Diatomeen
  (gemäß den Ergebnissen der UBA-Projekte FKZ 3714222110 und FKZ 3716242090 und des LFP-Projektes O 6.22)
- Änderungen bei der Ermittlung der Gesamtbewertung
- Anpassungen der Taxalisten an die Bundestaxaliste 2020 (inkl. Addendum)
- Änderungen an der Tabellenstruktur der Importdateien

1.2 Änderung in der Release-Version

Gegenüber der letzten Testversion wurden folgende Fehler behoben:

- Bei einigen unsicheren M-Proben fehlten Bemerkungen.
- Fehlender D-Typ führt zu Diatomeen-Bewertung „schlecht“.
- Fehler durch ungültige Abundanzangaben (z.B. Leerfeld, unzulässige Zeichen)
- Überflüssige Ausgabe zu Helophytendominanz
- Einstufungsfehler PoD
- Falsche Ausgabe bei Helophytendominanz

Außerdem wurden das Datenbank-Backend auf PostgreSQL 12 und die Java-Version auf Version 11 migriert.

1.3 Änderungen in den Testversionen

1.3.1 Änderungen in Testversion 7.0.0.RC

Aufgrund der Ergebnisse der Interkalibrierungsvorprüfung wurden Anpassungen vorgenommen:

- Beim Typ *MRS* der Makrophytenbewertung wurden die Normierungsfaktoren der Klassengrenzen 2, 3 und 4 angepasst.
- Bei den Typen der Diatomeenbewertung wurden Ankerpunkte der Trophiebewertung angepasst.

Die Exportschnittstelle wurde grundlegend überarbeitet, so dass nun Dateien mit bis zu 2.000 Proben verarbeitet werden können und dies auch deutlich beschleunigt wurde.

1.3.2 Änderungen in Testversion 7.0.0.f

- Die mit den fachlichen Überarbeitungen verbundenen Änderungen an den Taxalisten und -einstufungen wurden implementiert.
- Die Datenstruktur der Ausgabedatei wurde anhand der Vorgaben der Länder angepasst.
- Das Profil FAQHYD wird jetzt auch ausgegeben (modifiziert anhand der Vorgaben der Länder)

1.3.3 Änderungen in Testversion 7.0.0.e

- Die mit den fachlichen Überarbeitungen verbundenen Änderungen an den Taxalisten und -einstufungen wurden implementiert.
- Diese sind auf der Website www.gewaesser-bewertung-berechnung.de in dem geschützten Testbereich (develop)
- in einer Excel-Datei $AnderungenTestversionPhylib-7-0egegenuber7-0d_Endversion.xlsx$ dokumentiert.
- Es wurden Fehler gegenüber der Vorgängerversion behoben (Versendet mit Datei $2023-11-07_PhylibOnlineFliegewsser-Statusbericht.pdf$).
- Alle Berechnungen, einschließlich der Klassifizierungen, werden mit voller numerischer Genauigkeit durchgeführt (Double Precision, somit i.d.R. 15 signifikante Ziffern).

1.3.4 Änderungen in Testversion 7.0.0.d

In dieser vierten Testversion der Versionsreihe 7 sind folgende Fehler gegenüber der Vorgängerversion behoben worden.

- Allgemeines
  - Keine Ausgabe des Makrophyten-Phytobenthos-EQR-Index bei ungesicherter Gesamtbewertung
  - Spaltenreihenfolge konsistenter aufgebaut
- Teilkomponente Makrophyten
  - Felder plausibler umbenannt
- Teilkomponente Diatomeen
  - Fehlerhafte Behandlung von Massenvorkommen (Fehler bei der Ermittlung typspezifischer Referenzarten)
  - Datengrundlagen für den Rote-Liste-Index aktualisiert (jetzt: Stand 2018)
  - *Saprobitätsindex (umger.) D* und *Trophieindex (umger.) D* werden nur bei relevanten Diatomeentypen ausgegeben
  - Berechnung von *Bewertung Diatomeen (dez.)* korrigiert

1.3.5 Änderungen in Testversion 7.0.0.c

In dieser dritten Testversion der Versionsreihe 7 sind folgende Änderungen gegenüber der Vorgängerversion erfolgt.

- Fehlerbehebungen
  - Alle uns gemeldeten Programmfehler und die meisten Fehler in diesem Handbuch wurden behoben.
- Inhaltliche Änderungen
  - Weitere Anpassungen der Ausgabedatei

1.3.6 Änderungen in Testversion 7.0.0.b

In der zweiten Testversion der Versionsreihe 7 wurden folgende Änderungen gegenüber der Vorgängerversion umgesetzt.

- Fehlerbehebungen
  - Alle uns gemeldeten Fehler wurden behoben.
- Inhaltliche Änderungen
  - Überarbeitung der Handbücher
  - Weiterentwicklung der Bewertung des PoD
  - Linearisierung der Bewertung der Makrophyten
  - Anpassung der Ausgabedatei

Kapitel 2

Rahmenbedingungen

2.1 Fachliche Grundlagen

Diese Anwendung basiert im Grundsatz auf der Verfahrensbeschreibung von Schaumburg et al. (2012) [1] sowie auf dem Anforderungsprofil des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (2015, unveröff.) [8].

Die darin beschriebenen Verfahren sind jedoch in verschiedenen Vorhaben der Bund-Länder-Gemeinschaft Wasser (LAWA) und des Umweltbundesamtes (UBA) weiterentwickelt worden:

- Anpassung und Aktualisierung des Bewertungsverfahrens für die PHYLIB-Teilkomponente Makrophyten Projekt-Nr. O 9.16 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2016 [10]
- Weitere Arbeiten zur Aktualisierung des Bewertungsverfahrens der PHYLIB - Teilkomponente Makrophyten Projekt-Nr. O 1.17 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2017 [9]
- Weiterentwicklung der biologischen Bewertungsverfahren zur EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) unter besonderer Berücksichtigung der großen Flüsse
  Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes, FKZ 3714222110, 2020 [2]
- Online-Version der Systeme zur biologischen Fließgewässerbewertung.
  Forschungsvorhaben des Umweltbundesamtes, FKZ 3716242090, 2021 [3]
- Anpassung des Fließgewässer-Bewertungsverfahrens für Makrophyten und Phytobenthos an die Anforderungen von Bewertungspraxis und Maßnahmenplanung (PHYLIB Fließgewässer) Teil 1: Fachliche Grundlagen Diatomeen Projekt-Nr. O 6.20 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“, 2022 [4]
- Anpassung des Fließgewässer-Bewertungsverfahrens für Makrophyten und Phytobenthos an die Anforderungen von Bewertungspraxis und Maßnahmenplanung. Teil II Implementierung und Abstimmung fachlicher Grundlagen Projekt-Nr. O 6.22 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“, 2022 - 2023 [6]
- Anpassung des Fließgewässer-Bewertungsverfahrens für Makrophyten und Phytobenthos an die Anforderungen von Bewertungspraxis und Maßnahmenplanung. Teil 3: Abgleich und Korrekturen der Bewertungsstrenge der drei Teilkomponeten und Implementierung der Gesamtbewertung in die Online-Anwendung Phylib-FG 7.0.0.Projekt-Nr. O 6.23 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“, 2023 - 2024 (in Vorbereitung).

Die zugrunde liegenden Artenlisten basieren auf der Bundestaxaliste 2020. Arteinstufungen, Indizierungen und sonstige Attribute basieren auf den Ergebnissen der oben genannten Vorhaben.

2.2 Technische Rahmenbedingungen

Die Anwendung ist in Java™Version 8 als Maven-Anwendung implementiert. Die via Maven integrierten Bibliotheken sind in der datei pom.xml konfiguriert.

Als Datenbank-Backend dient ein PostgreSQL-Server (Version 12.13).

2.3 Entwicklungsumgebung

Als Entwicklungsumgebung werden Red Hat JBoss Developer Studio und Eclipse verwendet.

2.4 Verwendete Software

- **Java Development Kit**
  Open JDK 11.0.17+8
- **Test-Suite**
  JUnit 4.12
- **Excel-Import und Export**
  Apache POI 4.0.1
- **Datenbank-Zugriff**
  PostgreSQL JDBC Treiber 9.4-1202-jdbc41
- **Objekt-Relationales Mapping**
  Hibernate 5.2.16
- **JSON-Prozessor**
  Jackson 1.9.12
- **Statische Fehlersuche**
  SpotBugs 4.2.3
- **Code-Qualitätsprüfung**
  CheckStyle 8.44

2.5 Systemvoraussetzungen

Der hier beschriebene Rechenkern wird in eine J2EE-Server-Anwendung integriert.

2.6 Konventionen

2.6.1 Formatierung

Es gelten die Google Coding Conventions von Google Java Style, zu finden unter https://google.github.io/styleguide/javaguide.html.

Die Konventionen werden mittels CheckStyle durchgesetzt.

2.6.2 Variablen-, Klassen- und Paketnamen

Grundsprache für alle Klassen, Methoden, Variablen und Kommentare ist Englisch.

2.7 Versionsmanagement

2.7.1 Versionskontrollsystem

Als Versionskontrollsystem wird Mercurial verwendet.

2.7.2 Versionsnummern

2.7.2.1 Versionsnummern der Software

Ausgangssituation

Die Anwendung (Berechnungen, Schnittstellen, Taxa- und Schlüssellisten) basiert auf Phylib 5.3 (November 2015) mit den in Abschnitt 2.1 beschriebenen Weiterentwicklungen und Änderungen. Diese Version erhält die Versionsnummer 7.0.0.

Konvention

Es gilt folgende Regel:

- Bei bewertungsrelevanten Änderungen wird die erste Stelle hochgezählt.
- Bei sonstigen funktionalen Änderungen (z.B. Schnittstellen o.ä.) wird die zweite Stelle hochgezählt
- Bei Fehlerbehebungen oder nicht-funktionalen Änderungen wird die dritte Stelle hochgezählt.
- Im Falle umfangreicherer Testkampagnen werden ggf. zusätzliche Codes vergeben wie
  - a (alpha-Version: früher Testkandidat mit ersten zu testenden Features),
  - b (beta-Version: ausgereifter Testkandidat mit allen zu testenden Features),
  - rc (release candidate: Testversion unmittelbar vor Auslieferung)

Operationalisierung im Versionskontrollsystem

Jeder Relase und jede Testversion werden mit der entsprechenden Versionsnummer getagged.

2.7.2.2 Versionsnummern der Datenbank

Das gültige Datenbankschema wird als SQL-Datei gesichert und in das Versionskontrollsystem eingestellt. Es gilt folgende Regel:

- Die Versionsnummer ist dreistellig.
- Die erste vergebene Versionsnummer ist 7.0.0.
- Bei Änderungen aufgrund einer neuen Bundestaxaliste wird die erste Stelle hochgezählt.
- Bei sonstigen bewertungsrelevanten Änderungen (metrics o.ä.) wird die zweite Stelle hochgezählt.
- Bei sonstigen Änderungen (Fehlerbehebungen oder nicht-funktionale Änderungen) wird die dritte Stelle hochgezählt.
- Im Falle umfangreicherer Testkampagnen werden ggf. zusätzliche Codes vergeben wie
  - a (alpha-Version: früher Testkandidat mit ersten zu testenden Features),
  - b (beta-Version: ausgereifter Testkandidat mit allen zu testenden Features),
  - rc (release candidate: Testversion unmittelbar vor Auslieferung)

2.7.2.3 Versionsnummern der Taxaliste

Da auch ohne Veränderungen an der Software die zugrundeliegende Taxaliste Änderungen erfahren kann, wird diese ebenfalls versioniert.

Dabei wird die Versionsnummer der verwendeten Bundestaxaliste zugrunde gelegt.

Änderungen an autökologischen Daten von Taxa werden ergänzend versioniert.

2.7.2.4 Kennzeichnung der Ausgaben

In der Ergebnisausgabe werden alle drei Versionsnummern im Feld **Version** ausgegeben

2.7.3 Branching

Alternative Entwicklungszweige werden als Branches in das Versionskontrollsystem eingestellt. Versionsnummern für (Test-)Releases werden entsprechend der Art der Änderungen (s. 2.7.2.1) vergeben.

2.8 Testgetriebene Entwicklung

Die Anwendung wird nach dem Paradigma *test first* implementiert.

- Alle Funktionen sind mindestens durch einen Unit-Test abzudecken.
- Grenzen von Wertebereichen sind ebenfalls durch jeweils miindestens einen Unit-Test abzudecken.

Kapitel 3

Die Struktur und Funktionalität von Phylib 7

Die folgenden Kapitel beschreiben die Verzeichnisstruktur, die Paketstruktur, die Klassenstruktur und das Datenmodell von Phylib 7.

3.1 Die Verzeichnisstruktur

Die übergeordnete Verzeichnisstruktur entspricht der von Maven-Projekten:

- *src/main/java* enthält den Quellcode der Anwendung
- *src/main/res* enthält Ressourcen wie z.B. Konfigurationsdateien oder Beschriftungen
- *src/test/java* enthält den Quellcode von Unit-Tests
- *src/test/res* enthält ggf. Ressourcen für Unit-Tests
- *target* enthält die kompilierten Binaries
- *doc* enthält die mit `javadoc` erzeugten Dateien

Weitere Verzeichnisse enthalten den Quellcode für diese Dokumentation (*developer*), den Quellcode für das Benutzerhandbuch (*handbuch*) sowie Testdaten (*testfiles*).

3.2 Die Paketstruktur

Die Klassen werden verteilt auf jeweils zwei Packages: `bean` und `service`.

Erstere enthalten Klassen als Datencontainer, Enums etc.. Letztere enthalten funktionale Dienste.

Es gibt entsprechend eine übergeordnete Package-Kombination:

- `com.chromgruen.phylib.bean` und
- `com.chromgruen.phylib.service`.

Außerdem gibt es jeweils eine Package-Kombination pro biologischer Teilkomponente:

- Diatomeen (`diatoms`),
- Makrophyten (`macrophytes`),
- Phytobenthos ohne Diatomeen (`pod`).

Diese Paketstruktur ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

3.3 Das Klassenmodell

Das Klassenmodell von Phylib 7 ist sehr einfach und für jede der Teilkomponenten (TK) analog aufgebaut.

- Das package `com.chromgruen.phylib.TK.bean` enthält Datencontainer, Enums etc.
- Das package `com.chromgruen.phylib.TK.service` enthält funktionale Dienste.
  `TK` ist dabei `diatoms`, `macrophytes` oder `pod`.

Dabei werden die funktionalen Klassen jeweils gegen Interfaces implementiert. In Abbildung 3.2 ist das Klassenmodell für die Teilkomponente *Diatomeen* dargestellt.

In Abbildung 3.3 ist das Klassenmodell für die Teilkomponente *Makrophyten* dargestellt.

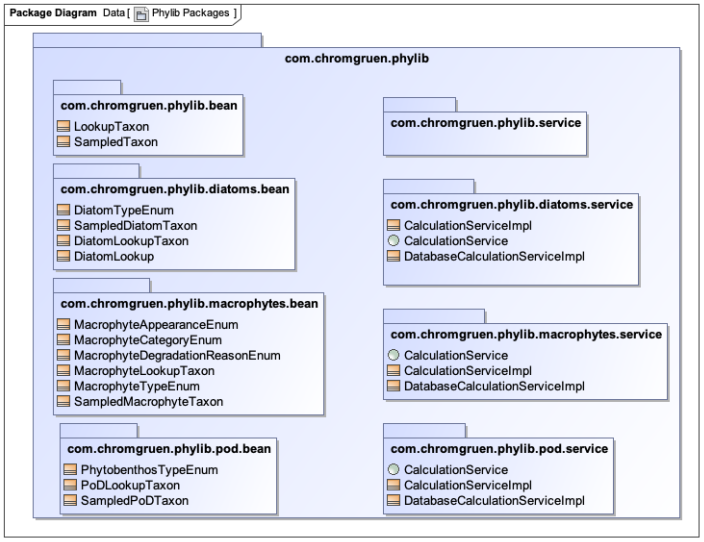

Abbildung 3.1: Paket-Struktur von Phylib 7.0

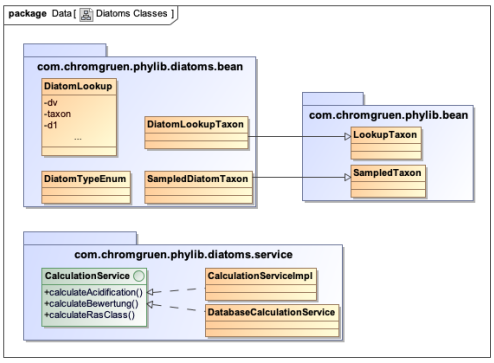

Abbildung 3.2: Klassenstruktur im Bereich Diatomeen

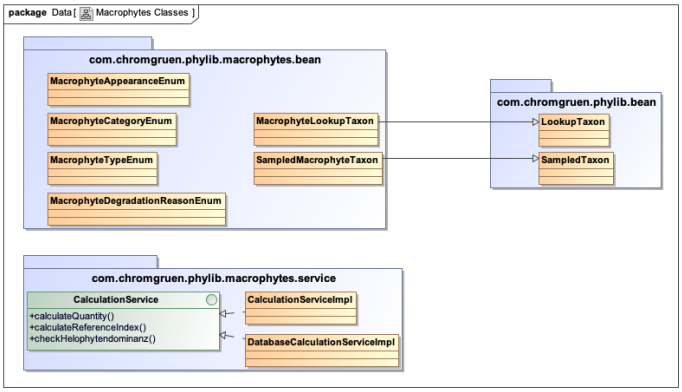

Abbildung 3.3: Klassenstruktur im Bereich Makrophyten

In Abbildung 3.4 ist das Klassenmodell für die Teilkomponente *PoD* dargestellt.

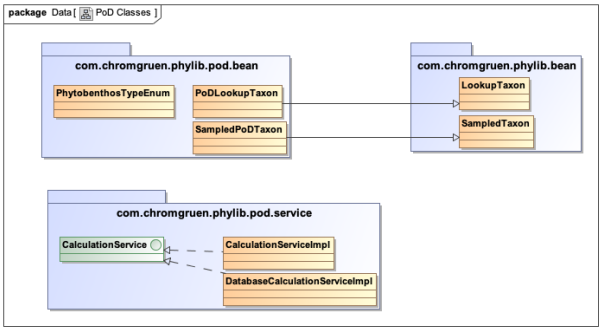

Abbildung 3.4: Klassenstruktur im Bereich PoD

Die internen Schnittstellen der Klassen sind per `javadoc` dokumentiert. Die entsprechenden Dateien sind im Verzeichnis *doc* abgelegt.

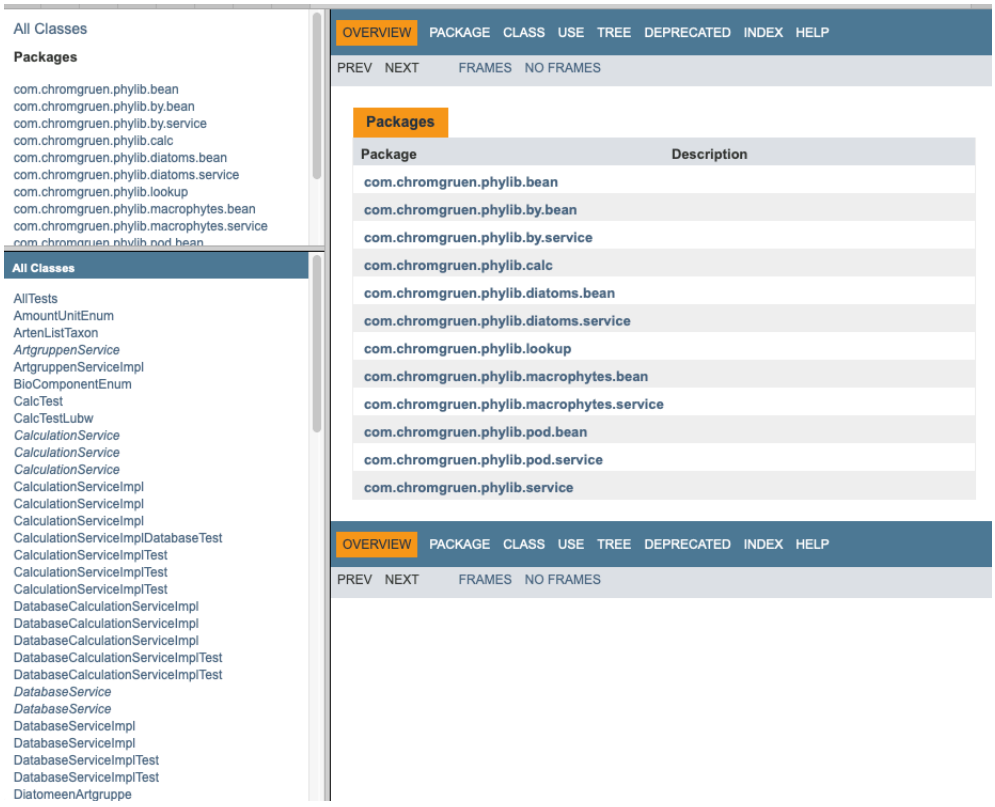

Abbildung 3.5: Bildschirmfoto der Ansicht der mit javadoc erzeugten Dokumentation

3.4 Funktionalität

Die Funktionalität der Anwendung umfasst

- das Einlesen einer Datei
- das Auswerten der Datei (Messstellen und Messwerte)
- die Bewertung der Messstellen nach dem Phylib-Verfahren
- die Ausgabe einer Excel-Datei (Bewertete Messstellen in zwei Formaten, Taxalisten)
- die Ausgabe einer JSON-Datei (Bewertete Messstellen, Taxalisten)

Kapitel 4

Implementierte Bewertungsregeln

4.1 Implementierung der Bewertungsmethodik

Die Bewertungsmethodik ist grundsätzlich in (Schaumburg et al. 2012) [1] beschrieben.

4.1.1 Berücksichtigung von unsicher bestimmten Taxafunden

Bestehen Unsicherheiten bei der Bestimmung einzelner Taxa, wird dies durch den Vermerk $cf = Ja$ dokumentiert. Diese Taxa werden bei folgenden Berechnungskomponenten (siehe Tabelle 4.1.1) nicht in die Berechnung einbezogen.

Berechnungskomponente	**Modul**
Anteil berücks. u. eingestuft [%] M	Makrophyten
Anzahl A-Arten M	Makrophyten
Anzahl B+-Arten M	Makrophyten
Anzahl berücks. u. eingestuft [%] M	Makrophyten
Myriophyllum spicatum [%] M	Makrophyten
Quantität A-Arten M	Makrophyten
Quantität B+-Arten M	Makrophyten
Quantität Eutrophiezeiger M	Makrophyten
Quantität Lemniden M	Makrophyten
Quantität berücks. u. eingestuft [%] M	Makrophyten
Referenzindex M	Makrophyten
aerophile Taxa [%] D	Diatomeen
Halobienindex D (Schönfelder)	Diatomeen
Massenvorkommen TRA D	Diatomeen
Referenzartensumme (D)	Diatomeen
Rote Liste Index D	Diatomeen
SI-Anzahl	Diatomeen
Saprobitätsindex D (Pfister)	Diatomeen
TI-Abundanzsumme	Diatomeen
TI-Anzahl	Diatomeen
Trophieindex D (Pfister)	Diatomeen
Versauerungszeiger D [%]	Diatomeen
Anteil quadr. Häufigk. A PoD [%]	PoD
Anteil quadr. Häufigk. A+B PoD [%]	PoD
Anteil quadr. Häufigk. B PoD [%]	PoD
Anteil quadr. Häufigk. C PoD [%]	PoD
Anteil quadr. Häufigk. C+D PoD [%]	PoD
Anteil quadr. Häufigk. D PoD [%]	PoD
Anzahl Taxa PoD	PoD
eingestufte Taxa PoD	PoD
Summe quadr. Häufigk. PoD	PoD

Tabelle 4.1: Berücksichtigung unsicher bestimmter Taxafunde

4.2 Makrophyten

4.2.1 Bezug zu Quellcode und Datenbank

Die Implementierung der Bewertung erfolgt im Package `com.chromgruen.phylib.macrophytes.service` in der Klasse `DatabaseCalculationServiceImpl`. Alle Methodenverweise beziehen sich auf diese Klasse.

Auf Nachschlagedaten zur Berechnung wird über die Klasse `MakrophytenArtgruppe` im Package `com.chromgruen.phylib.bean` zugegriffen. Sie kapselt Daten aus der Tabelle `makrophyten_artgruppen` im Datenbankschema `export_phylib`.

4.2.2 Umrechnung der Pflanzenmengen in Quantitäten

Die Quantität ist definiert als die dritte Potenz der Pflanzenmenge nach Kohler. Ihre Berechnung erfolgt gemäß Formel 4.1.

$$Q = M^3 \tag{4.1}$$

mit Q: Quantität, M: Pflanzenmenge nach Kohler (vgl. Tabelle 4.2).

Tabelle 4.2: Pflanzenmenge nach Kohler

Pflanzenmenge	Beschreibung
1	sehr selten
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	massenhaft

Die Implementierung erfolgt in der Methode `calculateQuantity`.

4.2.3 Kriterien für eine gesicherte Bewertung

Die Bewertung ist laut [10] gesichert, wenn

1. Quantität aller an der Probestelle berücksichtigten Arten ≥ 17 UND
2. Anzahl der eingestuften berücksichtigten Taxa ≥ 2 UND
3. Anteil der eingestuften Arten an der Gesamtquantität $> 75\%$

Die Bewertung ist außerdem immer gesichert bei Vorliegen von begründeter Makrophytenverödung oder Helophytendominanz.

4.2.4 Makrophytenverödung

Die Verfahrensbeschreibung [1] führt dazu aus:

Unter einer Makrophytenverödung versteht man die anthropogen bedingte Abwesenheit von Makrophyten.
(...)
Kann eine Makrophytenverödung bzw. eine anthropogene Belastung die zum vollständigen oder fast vollständigen Ausfall der Makrophyten führt, nachgewiesen werden, wird die Teilkomponente Makrophyten mit der Zustandsklasse 5 bewertet.
(...)
Kann kein Grund eindeutig zugewiesen werden, gilt die Indexberechnung als nicht gesichert und wird nicht zur Ermittlung der Ökologischen Zustandsklasse herangezogen.

Dies führt zu folgender Implementierung:

1. Zur Probestelle ist das Vorliegen einer *Makrophytenverödung* angegeben (Schlüsselwert *1* oder Wert *ja* oder wert *WAHR*), und es ist eine Begründung angegeben:
   - die Bewertung der Teilkomponente Makrophyten gilt als gesichert
   - der Referenzindex RI wird auf den Wert -100 gesetzt
   - das Modul Makrophytenindex bekommt somit den Wert 0,0
   - das Modul Makrophytenindex wird bei der Gesamtbewertung berücksichtigt
2. Zur Probestelle ist das Vorliegen einer *Makrophytenverödung* angegeben und es ist KEINE Begründung angegeben:
   - die Bewertung der Teilkomponente Makrophyten gilt als ungesichert
   - das Modul Makrophytenindex wird bei der Gesamtbewertung nicht berücksichtigt
3. Zur Probestelle ist das Vorliegen einer *Makrophytenverödung* nicht angegeben (leeres Feld) oder es ist der Schlüsselwert *0* oder der Wert *nein* oder der wert *FALSCH* angegeben:
   - die Bewertung der Teilkomponente Makrophyten gilt als gesichert (soweit nicht andere diesbezügliche Kriterien verletzt sind, siehe 4.2.3)
   - das Modul Makrophytenindex wird bei der Gesamtbewertung berücksichtigt (soweit nicht andere diesbezügliche Kriterien verletzt sind, siehe 4.2.3)

4.2.5 Zuordnung der Taxa zu den Artengruppen

Die Makrophytentaxa sind typabhängig jeweils einer von vier Gruppen zugeordnet (A, B+, B, C). In Tabelle 4.3 sind beispielhaft die Einstufungen von fünf Taxa dargestellt. Die vollständigen Einstufungen sind der jeweils aktuellen Taxaliste zu entnehmen.

Tabelle 4.3: Zuordnung von Makrophytentaxa zu den Artengruppen, Auszug

DV-Nr.	Taxon	MP	MRK	MRS	TNm/TNg	TNk	TR*	Mg
2000	Fontinalis antipyretica	B	B	B+	B	C	B+	B+
2001	Potamogeton pectinatus	C	C	C	B	C	C	
2002	Potamogeton crispus	C	C	C	C	C	C	C
2003	Ranunculus fluitans	B	B	B	B	B	A	A
2005	Myriophyllum spicatum	B	B	B+	B	B	B+	B+

Die Implementierung erfolgt in der Klasse `MakrophytenArtgruppe`.

4.2.6 Berechnung der Gesamtquantitäten

Die aus den Pflanzenmengen berechneten Quantitäten der Arten einer Probestelle werden für jede der Artengruppen gesondert, sowie für alle an der Probestelle vorkommenden **berücksichtigten** Arten aufsummiert. Die Berechnung erfolgt gemäß Formel 4.2.

$$Q_{tot} = \sum_{i=1}^{n} Q_i^3 \tag{4.2}$$

mit Q_{tot}: Gesamtquantität berücksichtigter Arten, Q_i: Quantität des i-ten berücksichtigten Taxons,
n: Gesamtzahl der berücksichtigten Makrophyten.

HINWEIS:
Einige Arten gehen auch mit Wuchsform „Em“ in die Bewertung ein. Diese sind in der Taxaliste gekennzeichnet.

Die Implementierung erfolgt in den Methoden `calculateTotalQuantity` und `isSubmers`.

4.2.7 Ermittlung der Anzahl berücksichtigter Taxa einer Probe

Für einige Typen ist es bei der Berücksichtigung der typspezifischen Kriterien relevant, wie viele zu berücksichtigende Arten in der Probe enthalten sind. Diese Anzahl muss daher ebenfalls ermittelt werden.

Kriterium:
Anzahl Taxa mit der Erscheinungsform „submers“ oder „flutend – Schwimmblatt“ zuzüglich derjenigen, die laut Taxaliste auch „emers“ relevant sind.

4.2.8 Ermittlung der Helophytendominanz

Helophytendominanz kann durch das entsprechende Attribut in den Kopfdaten angegeben werden.

Alternativ kann die Helophytendominanz aus den Messdaten ermittelt werden. Wenn das Gewässerbett eines Abschnitts durchgehend und dicht mit einer oder mehreren der folgenden 35, emers vorkommenden Taxa bewachsen ist:

Acorus calamus, Agrostis stolonifera, Bolboschoenus maritimus agg., Butomus umbellatus, Carex acuta, Carex acutiformis, Carex riparia, Carex rostrata, Eleocharis palustris, Equisetum fluviatile, Eupatorium cannabium, Galium palustre, Glyceria fluitans, Glyceria maxima, Impatiens glandulifera, Juncus effusus, Lycopus europaeus, Mentha aquatica, Mentha x verticillata, Myosotis scorpioides, Persicaria hydropiper, Petasites hybridus, Phalaris arundinaea, Phragmites australis, Rorippa amphibia, Sagittaria sagittifolia, Scrophularia umbrosa, Sium latifolium, Solanum dulcamara, Sparganium erectum, Sparganium emersum, Stachys palustris, Symphytum officinale, Typha spp., Urtica dioica

Die Berechnung erfolgt gemäß Formel 4.3.

$$Q_{Em} = \sum_{i=1}^{n} Em_i^3 \tag{4.3}$$

mit Q_Em: Quantität Helophyten-Arten, Em_i: Messwert des i-ten emersen Taxons, n: Anzahl der für die Helophytendominanz relevanten und emersen Makrophytentaxa.

Bedingung für das Vorliegen von Helophytendominanz ist:

- Gesamtquantität berücksichtigter Arten < 50 und
- Gesamtquantität emerser Arten > 90

Liegt Helophytendominanz vor, so hat dies Auswirkungen auf die Ermittlung von typspezifischen Besonderheiten der Bewertung (siehe 4.2.15).

Zunächst wird die Angabe aus den Kopfdaten ausgewertet. In zweiter Linie erfolgt die beschriebene Ermittlung aus den Messdaten. Bei widersprüchlichen Angaben gilt die Angabe aus den Kopfdaten und es wird eine **Meldung** ausgegeben: „*Helophytendominanz: Angabe aus Kopfdaten wird verwendet*“

4.2.9 Berechnung der Diversität

Der Diversitäts-Index H_S nach Shannon und Weaver (1949) [7] errechnet sich wie folgt:

$$H_S = \sum_{i=1}^{n} \frac{MW_i^3}{Q_{ges}} \tag{4.4}$$

mit H_S: Diversitäts-Index, n: Gesamt-Taxazahl der Biozönose, Q_{ges}: Gesamtquantität aller Taxa.

Bei der Ermittlung der jeweiligen Häufigkeiten werden nur die Erscheinungsformen `S`, `F\_SB`, `S\_F\_SB` berücksichtigt.

Die Implementierung erfolgt in der Methode `calculateDiversity`.

4.2.10 Berechnung der Evenness

Die Evenness errechnet sich gemäß 4.5

$$E = \frac{H_S}{ln(n)} \tag{4.5}$$

E: Evenness, H_S: Diversitäts-Index nach Shannon und Weaver, n: Gesamtartenzahl.

Bei der Ermittlung der jeweiligen Häufigkeiten werden nur die Erscheinungsformen `S`, `F\_SB`, `S\_F\_SB` berücksichtigt.

Die Implementierung erfolgt in der Methode `calculateEvenness`.

4.2.11 Berechnung des prozentualen Anteils bestimmter Arten

Für die Bewertung einiger Typen müssen die prozentualen Anteile von *Myriophyllum spicatum* (DV-Nr.: 2005) und von *Ranunculus sp.* ermittelt werden.

Bei der Berechnung sind nur die Erscheinungsformen „submers“ und „flutend-Schwimmblatt“ zu berücksichtigen.

Die Berechnung für Myriophyllum spicatum geschieht nach Gleichung 4.6.

$$MS = \frac{Q_{MS}}{Q_{ges}} \times 100 \tag{4.6}$$

MS: prozentualer Anteil Myriophyllum spicatum, Q_{MS}: Quantität Myriophyllum spicatum, Q_{ges}: Gesamtquantität aller berücksichtigten Taxa.

Bei der Ermittlung des prozentualen Anteils von *Ranunculus spp.* nach Gleichung 4.7 ist zu beachten, dass hier nicht ein Taxon berücksichtigt werden muss, sondern sämtliche Taxa dieser Gattung. Das betrifft aktuell in der Taxaliste 34 Taxa.

$$RA = \frac{\sum_{j=1}^{r} Q_{RA_j}}{Q_{ges}} \times 100 \tag{4.7}$$

RA: prozentualer Anteil Ranunculus-Taxa, Q_{RA_j}: Messwert des Taxons j aller Ranunculus-Taxa, r: Anzahl Ranunculus-Taxa in der Probe, Q_{ges}: Gesamtquantität aller berücksichtigten Taxa.

4.2.12 Berechnung des Referenzindex M (RI)

Die bisherige Berechnung des *Referenzindex M* erfolgte für alle Typen gleichermaßen nach Formel 4.8.

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} \times 100 \tag{4.8}$$

mit RI: Referenzindex M, Q_{Ai}: Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe A, Q_{Ci}: Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe C, Q_{gi}: Quantität des i-ten Taxons aller Gruppen, n_A: Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe A, n_C: Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe C, n_g: Gesamtzahl aller berücksichtigten und eingestuften Taxa.

Bei der Ermittlung der jeweiligen Häufigkeiten werden die Erscheinungsformen S, F_SB, S_F_SB sowie die als *relevant* eingestuften emersen Taxa berücksichtigt.

Die Implementierung erfolgt in der Methode `calculateRiOnly`.

Falls Helophytendominanz vorliegt, erfolgt typabhängig eine Abwertung (siehe 4.2.15)

4.2.12.1 Berücksichtigung der Artengruppe B^+

Aufgrund der Einführung der Artengruppe B^+ wird die Berechnung des Referenzindex geändert:
Wenn die Gesamtquantität an B^+-Arten einen typspezifischen Schwellenwert überschreitet, fließen diese Arten in die Berechnung des *Referenzindex M* ein. Die Wichtung der Quantitätssumme dieser Artgruppe ist dabei typabhängig (siehe Tabelle 4.4).

Die Berechnung des *Referenzindex M* erfolgt somit nach Formel 4.9.

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{A_i} + W \times \sum_{i=1}^{n_B^+} Q_{B_i^+} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{C_i}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{g_i}} \times 100 \tag{4.9}$$

mit RI: Referenzindex M, Q_{A_i}: Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe A, $Q_{B_i^+}$: Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe B^+, Q_{C_i}: Quantität des i-ten Taxons aus Gruppe C, Q_{g_i}: Quantität des i-ten Taxons aller Gruppen, n_A: Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe A, n_B^+: Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe B^+, n_C: Gesamtzahl der Taxa aus Gruppe C, n_g: Gesamtzahl aller Taxa, W: typspezifischer Wichtungsfaktor gemäß Tabelle 4.4.

Tabelle 4.4: Berücksichtigung der B^+ Arten

Makrophytentyp	Schwellenwert	Wichtung
MRS	> 34	$0,5$
MRK	> 34	$0,5$
TRk	> 53	$0,5$
TRm	> 53	$0,5$
TRg	> 53	$0,5$
TNk	> 90	$0,75$
TNm	> 90	$0,75$
TNg	> 90	$0,75$
MP	> 90	$0,75$
Mg	> 53	$0,5$

4.2.13 Typspezifische Besonderheiten im Bewertungsverfahren

Während bislang typspezifische Abwertungen in Form von Subtraktionen vom berechneten Referenzindex erfolgt sind, wurde das Verfahren mit dem Ziel einer Linearisierung geändert:

Die Abwertung des Referenzindexes erfolgt in folgender Reihenfolge:

1. Zunächst wird der Referenzindex an Stellen mit Makrophytenverödung korrigiert (siehe 4.2.14).
2. Liegt keine Makrophytenverödung vor, aber Helophytendominanz, so wird der *Referenzindex M* typspezifisch vermindert (siehe 4.2.15).
3. Wenn Fall 1 und 2 behandelt wurden, werden weitere typspezifische Korrekturen (für die Typen MP, TNg, TNk und TNm) an dem auf 0 bis 1 umgerechneten *Index Makrophyten* vorgenommen. Diese Korrekturen erfolgen nicht durch Subtraktion, sondern durch Multiplikation mit jeweils bei spezifischen Bedingungen anzuwendenden Faktoren (siehe 4.2.17).

4.2.14 Stellen mit Makrophytenverödung

Bei Probestellen, die eine Makrophytenverödung aufweisen, gilt unabhängig vom Typ:

$$RI = -100 \tag{4.10}$$

Dieser Index geht dann in die Gesamtbewertung ein.

Die Implementierung erfolgt in der Methode `calculateReferenceIndex`.

4.2.15 Typspezifische Abwertung an Stellen mit Helophytendominanz

Bei Helophytendominanz (4.2.8) erfolgt eine typspezifische Abwertung des *Referenzindex M* bzw. des *Index Makrophyten* in der Weise, dass jeweils die Bewertungsklasse 4 resultiert (Tabelle 4.5):

4.2.16 Transformation des Referenzindex M zum Index Makrophyten

Der berechnete (und bei Helophytendominanz ggf. abgewertete) *Referenzindex M korr* wird durch Formel 4.11 auf eine Skala von 0 bis 1 zum *Index Makrophyten* transformiert (wobei die letzte Umformung der Vereinfachung dient und nicht in der Verfahrensanleitung steht).

$$I_{MPhy} = \frac{(RI + 100) \times 0.5}{100} = \frac{RI + 100}{200} \tag{4.11}$$

mit RI: Referenzindex, I_{MPhy}: *Index Makrophyten*.

Anschließend werden auf diesen Wert ggf. Korrekturfaktoren angewendet, wie es im Abschnitt 4.2.17 beschrieben ist.

Tabelle 4.5: Abwertung bei Helophytendominanz

Makrophytentyp	Abgewerteter RI	entsprechender Index
MRS	-60	0,2
TNk	-85	0,075
MRK	-90	0,05
TRK	-90	0,05
TNm	-90	0,05
TRm	-95	0,03
TRg	-99	0,005
TNg	-99	0,005
MP	-99	0,005
Mg	-99	0,005

4.2.17 Weitere typspezifische Zusatzkriterien

Um die in der früheren Version von Phylib auftretenden "Sprünge" bei Anwendung der Zusatzkriterien zu vermeiden, wurde dieser Teil des Verfahrens grundlegend überarbeitet. Die wesentliche Neuerung ist, dass bei Erfüllung von typspezifischen Zusatzkriterien eine multiplikative und keine additive (bzw. substraktive) Korrektur erfolgt. Aus diesem Grund kann die Korrektur nicht mehr ausschließlich bzgl. des *Referenzindex M* erfolgen, da dieser positive wie negative Werte aufweisen kann. Statt dessen erfolgt die Korrektur nunmehr bzgl. des auf eine Skala von 0 bis 1 umgerechneten *Index Makrophyten*.

Sind also die in den folgenden Abschnitten beschriebenen typspezifischen Zusatzkriterien erfüllt, wird der *Index Makrophyten* durch Multiplikation mit entsprechenden Faktoren vermindert.

Abschließend wird der wie oben beschrieben verminderte *Index Makrophyten* ggf. auf das jeweilige typspezifische Minimum transformiert, wie es sich auch bei Abwertung durch Helophytendominanz ergeben kann (siehe Tabelle 4.5):

$$I_{MPhy}korr. = max(I_{MPhy}korr., min_T) \tag{4.12}$$

mit min_T: typspezifischer Minimalwert

Auf diese Weise wird sichergestellt, dass eine starke Abwertung nicht zu einer Unterschreitung des jeweiligen typspezifischen Minimums führt.

Zusätzlich zum korrigierten Referenzindex (*Referenzindex M korr.*) wird nun neben dem unkorrigierten *Index Makrophyten* ein entsprechend korrigierter Wert *Index Makrophyten korr.* ausgegeben.

4.2.17.1 Typen ohne weitere Zusatzkriterien

Für die folgenden Typen sind keine Zusatzkriterien festgelegt: *MRK*, *MRS*, *Mg*, *TRk*, *TRm*, *TRg*.

4.2.17.2 Typ MP

Zusatzkriterium „Mindestartenzahl":
WENN Taxazahl berücksichtigter Taxa < 4 DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,73$

WENN Anteile Myriophyllum spicatum und Ranunculus spp. zusammen > 50% DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,7$

WENN beide Kriterien zutreffen DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,73 \times 0,7 = I_{MPhy} \times 0,511$

4.2.17.3 Typ TNk

Zusatzkriterium „Mindestartenzahl":
WENN Taxazahl berücksichtigter Taxa < 5 DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,9$

Zusatzkriterium „Evenness“:
WENN Evenness < 0,6 DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,85$

Zusatzkriterium Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.*
WENN Anteile Myriophyllum spicatum und Ranunculus spp. zusammen > 60%
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,55$

Zusatzkriterium „Lemniden”:
WENN Quantitätssumme ausgewählter Lemniden $\geq$ 60 UND Anteil Lemniden $\geq$ 60%
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,6$

WENN mehrere Kriterien zutreffen, wird I_{MPhy} mit allen jeweiligen Faktoren multipliziert.

4.2.17.4 Typ TNm

Zusatzkriterium „Mindestartenzahl“:
WENN Taxazahl berücksichtigter Taxa < 5 DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,88$

Zusatzkriterium „Evenness“:
WENN Evenness < 0,75 DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,83$

Zusatzkriterium Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.*
WENN Anteile Myriophyllum spicatum und Ranunculus spp. zusammen > 60%
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,53$

Zusatzkriterium „Lemniden”:
WENN Quantitätssumme ausgewählter Lemniden $\geq$ 60 UND Anteil Lemniden $\geq$ 60%
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,5$

Zusatzkriterium „Eutrophierungszeiger”:
WENN Quantitätssumme ausgewählter Eutrophierungszeiger $\geq$ 100
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,78$

Zusatzkriterium „Fehlende Gütezeiger”:
WENN keine Arten aus Artengruppe A oder B+
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,78$
WENN nur eine Art aus Artengruppe A oder B+ mit HK 1 oder 2
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,85$

WENN mehrere Kriterien zutreffen, wird I_{MPhy} mit allen jeweiligen Faktoren multipliziert.

4.2.17.5 Typ TNg

Zusatzkriterium „Mindestartenzahl“:
WENN Taxazahl berücksichtigter Taxa < 5 DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,86$

Zusatzkriterium „Evenness“:
WENN Evenness < 0,75 DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,81$

Zusatzkriterium Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.*
WENN Anteile Myriophyllum spicatum und Ranunculus spp. zusammen > 60%
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,51$

Zusatzkriterium „Lemniden”:
WENN Quantitätssumme ausgewählter Lemniden $\geq$ 60 UND Anteil Lemniden $\geq$ 60%
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,5$

Zusatzkriterium „Eutrophierungszeiger”:
WENN Quantitätssumme ausgewählter Eutrophierungszeiger ≥ 100
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,76$

Zusatzkriterium „Fehlende Gütezeiger”:
WENN keine Arten aus Artengruppe A oder B+ DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,76$
WENN nur eine Art aus Artengruppe A oder B+ mit HK 1 oder 2
DANN $I_{MPhy} = I_{MPhy} \times 0,83$

WENN mehrere Kriterien zutreffen, wird I_{MPhy} mit allen jeweiligen Faktoren multipliziert. Es gilt jedoch, $I_{MPhy} \geq 0.005$.

4.2.18 Beitrag des Moduls zur Gesamtbewertung

4.2.18.1 Bestimmung der Bewertungsklasse

Die Berechnung der Bewertungsklasse der Teilkomponente Makrophyten erfolgt typspezisch durch Abgleich des — ggf. typspezifisch korrigierten – *Index Makrophyten* mit den Klassengrenzen in der folgenden Tabelle 4.6). Es gilt $Klasse_{MPhy} = i,$ wenn $I_{Mphy}(korr.) \leq$ OG Klasse i.

Tabelle 4.6: Typspezifische obere Grenzen der Bewertungsklassen

Makrophytentyp	OG Klasse 1	OG Klasse 2	OG Klasse 3	OG Klasse 4	OG Klasse 5
MRK	1	0,660	0,460	0,150	0,020
MRS	1	0,860	0,570	0,330	0,100
MP	1	0,740	0,340	0,099	0,001
TRk	1	0,700	0,490	0,190	0,020
TRm	1	0,650	0,440	0,140	0,001
TRg	1	0,600	0,390	0,090	0,001
TNk	1	0,649	0,549	0,349	0,040
TNm	1	0,599	0,499	0,299	0,020
TNg	1	0,549	0,449	0,249	0,001
Mg	1	0,920	0,700	0,150	0,001

4.2.18.2 Bestimmung der dezimalen Bewertung

Zur Bestimmung der dezimalen Bewertung innerhalb des fünfstufigen Klassensystems wird der – ggf. typspezifisch korrigierte – *Index Makrophyten* anhand der Klassengrenzen 0,5 bis 5,5 der fünfstufigen Bewertungsskala wie folgt umgerechnet

$$BewDez_{MPhy} = \frac{\text{OG Klasse i } - I_{MPhy}korr}{\text{OG Klasse i } - \text{ OG Klasse i-1}} + \text{ OG Dez Klasse i} \tag{4.13}$$

mit $BewDez_{MPhy}$: *Bew. Makrophyten (dezimal)*, $I_{MPhy}korr$: *Index Makrophyten* (ggf. korrigiert), OG Klasse i: Obere Grenze der Klasse i (siehe Tabelle 4.6), OG Dez Klasse i: Obere Dezimalgrenze der Klasse i (0,5 ... 5,5).

4.2.18.3 Normierung des Index Makrophyten

Zur Verrechnung mit den übrigen Teilkomponenten erfolgt eine Normierung des – ggf. typspzifisch korrigierten – *Index Makrophyten* zum *EQR Makrophyten* - je nach Bewertungsklasse mit einer von fünf Formeln der Struktur:

$$EQR_{MPhy} = UK_i + 0,2 \times \frac{I_{MPhy}korr - NF_i}{NF_{i-1} - NF_i} \tag{4.14}$$

mit EQR_{MPhy}: *EQR Makrophyten* (normierter *Index Makrophyten*), $I_{MPhy}korr$: *Index Makrophyten* (transformierter und ggf. korrigierter *Referenzindex M korr.*), UK_i: Untere Grenze des EQR von Klasse i (0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0), NF_{i-1}: typspezifischer Normierungsfaktor für die Klasse i (entspricht jeweils der Oberen Grenze der Klasse i in Tabelle 4.6).

4.3 Diatomeen

4.3.1 Bezug zu Quellcode und Datenbank

Die Implementierung der Bewertung erfolgt im Package `com.chromgruen.phylib.diatoms.service` in der Klasse `DatabaseCalculationServiceImpl`. Alle Methodenverweise beziehen sich auf diese Klasse.

Auf Nachschlagedaten zur Berechnung wird über die Klasse `DiatomeenArtgruppe` im Package `com.chromgruen.phylib.bean` zugegriffen. Sie kapselt Daten aus der Tabelle `diatomeen_artgruppen` im Datenbankschema `export_phylib`.

4.3.2 Kriterien für eine gesicherte Bewertung

Die Bewertung der Diatomeenbiozönose setzt sich aus zwei Modulen zusammen, dem Modul ”Artenzusammensetzung und Abundanz” sowie dem Modul ”Nährstoffbewertung”. Die Verschneidung der beiden Modulwerte führt zum Diatomeenindex.

Es ist zu prüfen, ob das Modul Diatomeen als gesichert gelten kann. Dazu gibt es vier Kriterien:

- Anteil planktischer Diatomeen $\leq 5\%$ (*planktische Taxa* [%] *D*)
- Anteil aerophiler Diatomeen $\leq 5\%$ (*aerophile Taxa* [%] *D*)
- Plausible Gesamthäufigkeit ($[98\%; 102\%]$) (*Gesamthäufigkeit* [%] *D*)
- Anteil Taxa mit geringer Bestimmungstiefe $\leq 5\%$ (*übergeordnete Taxa* [%] *D*)

Ist eines der Kriterien nicht erfüllt, gilt die Diatomeenprobe als nicht gesichert bewertbar und kann kann nicht ohne fachgutachterliche Überprüfung zur Gesamtbewertung der Komponente ”Makrophyten & Phytobenthos” herangezogen werden. Es muss eine entsprechende Meldung ausgegeben werden.

4.3.2.1 Anteil planktischer Arten

Der Anteil planktischer Diatomeen muss $\leq 5\%$ sein. Ob ein Taxon als planktisch eingestuft ist, ist in der von Phylib verwendeten Taxaliste als Attribut hinterlegt. Dieses Attribut wird in der Ergebnisdatei mit ausgegeben.

4.3.2.2 Aerophile Arten

Der Anteil aerophiler Arten muss $\leq 5\%$ sein. Die aerophilen Arten sind der Taxaliste zu entnehmen.

4.3.2.3 Gesamthäufigkeit

Die Gesamthäufigkeit muss plausibel sein. Als plausibel wird der Intervall zwischen 98 und 102% Gesamthäufigkeit angesetzt. Es gilt also

$$98\% \leq GH \leq 102\% \tag{4.15}$$

4.3.2.4 Bestimmungstiefe

Die Summe

- der Häufigkeiten der Taxa mit einer geringen Bestimmungstiefe (taxonomische Einheit = 1, 2 oder 3, siehe Tabelle 4.7) UND
- der Häufigkeiten der Taxa mit `cf = wahr`

muss zusammen $\leq 5\%$ sein.

Tabelle 4.7: Kodierung der taxonomischen Einheiten

Tax. Einheit	Alias
Art	0
Engere Artengruppe	0
Untergattung, Artgruppe	1
Gattung	2
Taxon oberhalb der Gattung	3
Varietät	4
Unterart	5

4.3.3 Bewertungsmodul „Artenzusammensetzung und Abundanz“

Die Bewertung erfolgt anhand der prozentualen Summenhäufigkeit der an der Gewässerstelle präsenten Referenzarten, wobei zwischen Allgemeinen Referenzarten und Typspezifischen Referenzarten unterschieden wird.

$$RAS = \sum_{i=1}^{k} Abdz_i + \sum_{i=1}^{n} Abdz_i \tag{4.16}$$

RAS: *Referenzartensumme D*, k: Anzahl der allgemeinen Referenzarten, n: Anzahl der typspezifischen Referenzarten

Def. *allgemeine Referenzart*: In der attribuierten Taxaliste der Anwendung für den jeweiligen Diatomeentyp D 1.1 … D 13.2 festgelegt über die Kennzeichung „A“ (früher „f“ als Kurzform von „false“)
Def. *typspezifische Referenzart*: In der attribuierten Taxaliste der Anwendung für den jeweiligen Diatomeentyp D 1.1 … D 13.2 festgelegt über die Kennzeichung „T“ (früher „t“ als Kurzform von „true“).

4.3.3.1 Abwertung bei Massenvorkommen

Die Abwertung der Referenzartensumme bei Massenvorkommen einer typspezifischen Referenzart (Ausgabe als *Abzug Massenvorkommen TRA D [%]*) erfolgt gemäß [4] kontinuierlich für alle Typen um einen nach Formel 4.17 berechneten Wert.

$$A_{mass} = 0,85 \times D_{TRA_{max}} - 34 \tag{4.17}$$

mit A_{mass}: berechnete Abwertung aufgrund von Massenvorkommen (*Abzug Massenvorkommen TRA D [%]*), $D_{TRA_{max}}$: höchste Dominanz [%] einer typspezifischen Referenzart (*höchste Dominanz TRA D [%]*)

Die Formel findet nur Anwendung für $D_{TRA_{max}} > 40\%$.

4.3.3.2 Abwertung durch saprobietolerante Arten

In [4] wurde ein neuer Metric „Abundanzsumme saprobietoleranter Taxa“ (Ausgabe als ”Abzug Saprobietolerante D”) eingeführt.

Mit diesem Metric wird die berechnete Referenzartensumme gemäß Formel 4.18 abgewertet.

$$A_{sap} = 0,25 \times \sum_{i=1}^{n} D_{sap_i} \tag{4.18}$$

mit A_{sap}: berechnete Abwertung aufgrund saprobietoleranter Taxa (*Abzug Saprobietolerante D*), D_{sap_i}: Dominanz [%] der saprobietoleranten Art i (*Saprobietolerante D [%]*).

Durch diese Abwertung kann die *Referenzartensumme (korr.) D* jetzt theoretisch einen Minimalwert von -25 annehmen.

4.3.3.3 Normierung des Referenzartenindex

Durch die Abwertungen (s. Kap. 4.3.3.1 und 4.3.3.2) wird aus der *Referenzartensumme D* die *Referenzartensumme (korr.) D*. Diese wird schließlich normiert.

Die Normierung erfolgt wie in der Formel 4.19 dargestellt:

$$M_{RA} = 0,2 + 0,008 \times S_{RA_{korr}} \tag{4.19}$$

Dabei sind M_{RA}: transformierte Messwertsumme Referenzarten (*Referenzartensumme (korr.) D*) und $S_{RA_{korr}}$: korrigierte Messwertsumme der allgemeinen und typspezifischen Referenzarten (*Referenzartensumme (korr.) D*).

4.3.4 Bewertungsmodul „Nährstoffbewertung“

In diesem Modul werden der Trophieindex und der Saprobitätsindex nach Pfister et al. (2016) berechnet. Für die Berechnung von Trophie- bzw. Saprobitätsindex gibt es kein Sicherungskriterium. Daher wird die Anzahl der in den Index eingegangenen Arten ausgegeben.

Die „Nährstoffbewertung D (EQR)“ M_{Nut} entspricht für die Typen mit den Codes 1 bis 12, 14 und 28 bis 32 dem *Trophieindex D (EQR)*.

HINWEIS: Für die Typen mit den Codes 13 und 33 ergibt sich die „Nährstoffbewertung D (EQR)“ als arithmetisches Mittel aus *Trophieindex D (EQR)* und *Saprobitätsindex D (EQR)*:

$$M_{Nut} = \frac{M_{TI} + M_{SI}}{2} \tag{4.20}$$

M_{Nut}: „Nährstoffbewertung D (EQR)“, M_{TI}: *Trophieindex D (EQR)*, M_{SI}: *Saprobitätsindex D (EQR)*

4.3.4.1 Trophieindex nach Pfister

Die Trophiewerte der einzelnen Arten finden sich in der attribuierten Taxaliste der Anwendung. Die Berechnung wird nach Formel 4.21 durchgeführt.

$$TI = \frac{\sum_{i=1}^{n} TW_i \times GT_i \times H_i}{\sum_{i=1}^{n} GT_i \times H_i} \tag{4.21}$$

mit TI: *Trophieindex D (Pfister)*, TW_i: Trophiewert der Art i, GT_i: Indikationsgewicht Trophie der Art, H_i: Häufigkeit der Art i in Prozent, n: Anzahl eingestufter Taxa (mit Trophiewert)

ACHTUNG: Abweichend von *Phylib 5.3* wird der Trophieindex für alle Diatomeen-Typen berechnet und ausgegeben. Eine Klassifizierung erfolgt dagegen nur für die Typen mit den Codes 1 bis 12, 14, 28, 29, 30, 31 und 32.

Die Indizes werden im Wesentlichen mit den Trophiewerten TW und den Gewichtungswerten TG nach Pfister et al. (2016) berechnet. Zur Schließung der Indikatorenlücke im eutrophen Bereich wurden

- für eine Art (Cocconeis pseudothumensis) TW und TG ergänzt und
- für mehrere in Pfister et al. (2016) mit Gewichtungswerten TG = 0 eingestufte Taxa Gewichtungswerte > 0 festgelegt; die Kategorie GW = 0,5 wurde in O 6.23 neu eingeführt. Die verwendeten Einstufungen TW und TG sind in der Taxaliste der Anwendung hinterlegt.

4.3.4.2 Saprobitätsindex nach Pfister

Die Saprobiewerte der einzelnen Arten finden sich in der Taxaliste. Diese Berechnung wird nach Formel 4.22 durchgeführt.

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^{n} SW_i \times GS_i \times H_i}{\sum_{i=1}^{n} GS_i \times H_i} \tag{4.22}$$

mit SI: Saprobitätsindex D (Pfister), SW_i: Saprobiewert der Art i, GS_i: Indikationsgewicht Saprobie der Art, H_i: Häufigkeit der Art i in Prozent, n: Anzahl eingestufter Taxa (mit Saprobiewert)

ACHTUNG: Abweichend von *Phylib 5.3* wird der Trophieindex von Phylib-FG 700f für alle Diatomeen-Typen berechnet und ausgegeben. Auch die Klassifizierung des Trophieindex erfolgt seit Phylib-FG 700e für alle diatomeenökologischen Typen mit den Codes 1 bis 14 und 28 bis 33.

4.3.4.3 Normierung des Trophie- bzw. Saprobitätsindex

Zur Normierung des Trophieindexes (bz. Saprobitätsindex) wurden in [4] typspezifische Ankerpunkte abgeleitet (4.8).

Tabelle 4.8: Transformierung des TI bzw. SI nach Pfister

Typ	Typ Code	Index	OAP	1/2	2/3	3/4	4/5	UAP
D 1.1	1	TI	0,876	1,072	1,267	1,463	1,658	1,854
D 1.2	2	TI	0,952	1,182	1,413	1,643	1,874	2,104
D 2	5	TI	1,290	1,768	2,247	2,726	3,204	3,683
D 3	3	TI	1,255	1,741	2,226	2,712	3,197	3,683
D 4	4	TI	1,290	1,768	2,247	2,726	3,204	3,683
D 5	6	TI	1,244	1,774	2,305	2,835	3,365	3,896
D 5.1	61	TI	1,600	1,960	2,320	2,680	3,040	3,400
D 6	8	TI	1,600	1,960	2,320	2,680	3,040	3,400
D 7	7	TI	1,600	1,960	2,320	2,680	3,040	3,400
D 8.1	9	TI	2,172	2,351	2,530	2,708	2,887	3,066
D 8.2	28	TI	2,209	2,384	2,559	2,734	2,909	3,084
D 9.1	10	TI	1,746	2,064	2,382	2,700	3,018	3,336
D 9.2	29	TI	2,173	2,353	2,533	2,713	2,893	3,072
D 10.1	11	TI	2,178	2,367	2,556	2,746	2,935	3,125
D 10.2	30	TI	1,842	2,119	2,396	2,674	2,951	3,228
D 11.1	14	TI	1,420	1,765	2,138	2,510	2,883	3,592
D 11.2	31	TI	1,173	1,600	2,027	2,454	2,882	3,309
D 12.0	120	TI	1,848	2,148	2,448	2,748	3,047	3,347
D 12.1	12	TI	2,076	2,270	2,465	2,659	2,853	3,048
D 12.2	32	TI	1,848	2,148	2,448	2,748	3,047	3,347
D 13.1	13	TI	2,365	2,488	2,592	2,695	2,799	3,219
D 13.2	33	TI	2,340	2,492	2,619	2,746	2,873	3,303
D 13.1	13	SI	1,763	1,863	2,008	2,154	2,299	2,444
D 13.2	33	SI	1,744	1,858	2,029	2,199	2,370	2,519

Die Normierung des Trophieindex erfolgt für die Typen mit den Codes 1 bis 12, 14, 28, 29, 30, 31 und 32 nach Formel 4.23. Die Normierung des Saprobitätsindex wird für die Typen mit den Codes 13 und 33 nach 4.24 durchgeführt.

$$M_{TI} = 1 - \frac{TI - OAP}{UAP - OAP} \tag{4.23}$$

mit M_{TI}: normierter Trophieindex (*Trophieindex D (EQR)*), TI: *Trophieindex D (Pfister)*, OAP: oberer Ankerpunkt nach Tabelle 4.8, UAP: unterer Ankerpunkt nach Tabelle 4.8

$$M_{SI} = 1 - \frac{SI - OAP}{UAP - OAP} \tag{4.24}$$

mit M_{SI}: normierter Saprobitätsindex, *Saprobitätsindex D (EQR)*, SI: *Saprobitätsindex D (Pfister)*, OAP: oberer Ankerpunkt nach Tabelle 4.8, UAP: unterer Ankerpunkt nach Tabelle 4.8

4.3.5 Berechnung des EQR Diatomeen

Der *EQR Diatomeen* wird aus den Ergebnissen der Module „Artenzusammensetzung/Abundanz“ und „Nährstoffbewertung“ ermittelt.

$$DI = \frac{M_{RA} + M_{Nut}}{2} \tag{4.25}$$

DI: *EQR Diatomeen*, M_{RA}“: *Referenzartensumme D (EQR)*, M_{Nut}: *Nährstoffbewertung D (EQR)*

4.3.6 Bewertungsmodul „Versauerungszeiger“

Das Modul Versauerung ist für die Typen mit den Codes 6 bis 8 (Silikatische Typen des Mittelgebirges D 5 – D 7) und die Typen mit den Codes 14 und 31 (Silikatische Typen des Tieflandes, D 11.1 und D 11.2) anzuwenden. Es ist die Messwertsumme S_V aller Versauerung anzeigenden Taxa einer Probe („Einstufung Versauerung“ in der Taxaliste) zu ermitteln.

$$S_V = \sum_{i=1}^{n} tV_i \tag{4.26}$$

S_V: Messwertsumme der Versauerungszeiger (*Versauerungszeiger D [%]*), tV_i: Messwert Versauerungszeiger i, n: Anzahl Versauerungszeiger.

In Abhängigkeit von der Häufigkeit der Versauerungszeiger erfolgt eine Abstufung der bis dahin berechneten ökologischen Zustands-/Potenzialklasse der BQK Makrophyten & Phytobenthos gemäß Kapitel 4.5.3.1. Sowohl das endgültige (also ggf. abgewertete) Ergebnis als auch das Ergebnis ohne Abwertung werden ausgegeben.

Tabelle 4.9: Abstufung wegen Versauerung

Summenhäufigkeit der Versauerungszeiger	Abstufung um
10% bis 25%	eine ökologische Zustandsklasse
26% bis 50%	zwei ökologische Zustandsklassen
51% bis 99%	drei ökologische Zustandsklassen
100%	vier ökologische Zustandsklassen

Tabelle 4.10: Indikatoren anthropogener Versauerung (Versauerungszeiger)

DV-Nr.	Name	Status
6253	Achnanthes helvetica	Synonym
26567	Chamaepinnularia mediocris	aktiv
26628	Chamaepinnularia soehrensis var. soehrensis	aktiv
36069	Eunotia exigua	aktiv
6975	Eunotia exigua var. exigua	aktiv
6214	Eunotia incisa	aktiv
26343	Eunotia nymanniana Lectotypus	aktiv
6375	Eunotia rhomboidea	aktiv
6383	Eunotia tenella	aktiv
6513	Navicula mediocris	Synonym
6543	Navicula soehrensis var. soehrensis	Synonym
16656	Pinnularia acidophila	Synonym
26913	Pinnularia appendiculata var. irrorata	Synonym
26767	Pinnularia perirrorata	aktiv
6662	Pinnularia sinistra	aktiv
6665	Pinnularia subcapitata var. hilseana	Synonym
6126	Pinnularia subcapitata var. subcapitata	Synonym
26914	Pinnularia subcapitata var. subcapitata	aktiv
26031	Psammothidium helveticum	aktiv

4.3.7 Bewertungsmodul „Versalzung“

In Abhängigkeit von den Ergebnissen für das Moduls Versalzung wird eine Abstufung der für die aus der gesamten Biokomponente Makrophyten & Phytobenthos ermittelten ökologischen Zustandsklasse gemäß Kapitel 4.5.3.2 vorgenommen

4.3.7.1 Halobienindex (Schönfelder)

Es wurde ein neuer, an den Chloridgehalten der Gewässer geeichter,”Halobienindex (Schönfelder) entwickelt [5]. Den Taxa wurden entsprechende Halobieeinstufungen zugeordnet. Dieser wird nach der Formel 4.27 berechnet.

$$HI = \frac{2 \times \sum h_{ph} + \sum h_{mh} + 0,5 \times \sum h_{hp} - 0,25 \times \sum h_{mhx} - 0,5 \times \sum h_{ehx} - \sum h_{uhx}}{\sum h_{ph,mh,hp,oh,mhx,ehx,uhx}} \times 100 \qquad (4.27)$$

$\sum h_X$: Abundanzsumme der als X eingestuften Taxa,
mit X = hp (halophil), mh (mesohalob), ph (polyhalob), mhx (mesohaloxen), ehx (euhaloxen), uhx (ultrahaloxen), oh (oligohalob)

In die Berechnung des HI fließen die Häufigkeitsverhältnisse der Indikatorarten als Abundanzziffern 2 bis 9 ein. Die Abundanziffern aller Taxa, die keine Einstufung im Halobiensystem haben (also nicht mit hx1 ..., oh, ... ph attributiert sind) fließen rechnerisch ab PHYLIB 7 nicht mehr in den Halobiendindex ein, also insbesondere auch nicht in die Summenbildung im Nenner. Anders als in Phylib 1 – 6 bilden oligohalobe Taxa ab Phylib-FG 7 jetzt eine fachlich abgeleitete Indikatorengruppe und sind rechnerisch nicht länger Teilmenge einer weiter gefassten *ökologischen Gegengruppe* zu den Taxa, die als hx oder als hmp eingestuft wurden.

Der ”Halobienindex (Schönfelder) wird typgruppenspezifisch klassifiziert (siehe 4.11). Der ausgegebene Wert heißt ”Halobieklasse D”. Diese Klassifizierung ist rein informativ und nicht bewertungsrelevant.

Tabelle 4.11: Grenzen zur Klassifizierung des Halobienindex H_3

Typgruppe	Kl. 5	Kl. 4	Kl. 3	Kl. 2	Kl. 1
D1 bis D4	≥ 8.506	≥ 3.988	≥ -0.530	≥ -5.048	< -5.048
D5, D5.1, D7	≥ 5.434	≥ 1.301	≥ -2.831	≥ -6.964	< -6.964
D6 bis D10	≥ 10.937	≥ 7.262	≥ 3.586	≥ -0.089	< -0.089
D11	≥ 7.039	≥ 2.899	≥ -1.241	≥ -5.382	< -5.382
D12, D13	≥ 10.434	≥ 7.834	≥ 5.233	≥ 2.632	< 2.632

4.3.8 Vorkommen von Arten der Roten Liste

Für die in den Messwerten vorkommenden Diatomeen wird der Rote Liste – Index (RLI) nach Gleichung 4.28 ermittelt.

$$H = \frac{7 \times \sum RL0_i + 6 \times \sum RL1_i + 5 \times \sum RL2_i + 4 \times \sum RL3_i + 3 \times \sum RLG_i + 2 \times \sum RLR_i}{7 \times \sum RL0_i + 6 \times \sum RL1_i + 5 \times \sum RL2_i + 4 \times \sum RL3_i + 3 \times \sum RLG_i + 2 \times \sum RLR_i + \sum RL6_i} \qquad (4.28)$$

RLI: Rote Liste-Index
$RL0_i$: Messwert des Taxons i mit der Gefährdungsstufe 0 = „ausgestorben“
$RL1_i$: Messwert des Taxons i mit der Gefährdungsstufe 1 = „vom Aussterben bedroht“
$RL2_i$: Messwert des Taxons i mit der Gefährdungsstufe 2 = „stark gefährdet“
$RL3_i$: Messwert des Taxons i mit der Gefährdungsstufe 3 = „gefährdet“
RLG_i: Messwert des Taxons i mit der Gefährdungsstufe G = „Gefährdung anzunehmen“
RLR_i: Messwert des Taxons i mit der Gefährdungsstufe R = „extrem selten“
$RL6_i$: Messwert des Taxons i ohne Einstufung

4.3.9 Grenzen zur Klassifizierung

Aufgrund der bereits in den jeweiligen Indexberechnungen vorgenommenen Normierungen gelten für Referenzartenindex, Trophieindex und Saprobitätsindex jeweils die gleichen, typunabhängigen Klassifizierungsregeln, die denen der "ecological quality ratio" (EQR) entsprechen (siehe 4.12):

Tabelle 4.12: Grenzen zur Klassifizierung von Referenzarten-, Trophie- und Saprobitätsindex

Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
x >= 0,8	0,8 > x >= 0,6	0,6 > x >= 0,4	0,4 > x >= 0,2	0,2 > x

4.3.10 Beitrag des Moduls zur Gesamtbewertung

Die Verrechnung mit den übrigen Teilkomponenten erfolgt direkt mit dem "Index Diatomeen" (Diatomeenindex DI), der wie in der o.a. Tabelle 4.12 dargestellt, bereits alle Skalierungsanforderungen (0 ... 1) eines "EQR Diatomeen" erfüllt. Eine weitere Umrechnung ist daher nicht erforderlich.

4.4 Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD)

Die zugrunde liegenden Artenlisten basieren auf der Bundestaxaliste 2020. Arteinstufungen, Indizierungen und sonstige Attribute basieren auf den Ergebnissen der in [2] und [3] beschriebenen Vorhaben.

Die Anwendung (Berechnungen, Schnittstellen, Taxa- und Schlüssellisten) basiert auf PHYLIB 5.3 (November 2015) mit den in Abschnitt 2.1 beschriebenen Weiterentwicklungen und Änderungen.

4.4.1 Kriterien für eine gesicherte Bewertung

Damit eine Bewertung als gesichert gilt, muss eine der beiden Bedingungen erfüllt sein:

- Die Summe der quadrierten Häufigkeiten aller bewerteten Taxa beträgt mindestens 17 oder
- die Gesamtzahl aller eingestuften Taxa beträgt mindestens 5.

Die Summe der quadrierten Häufigkeiten wird gemäß Formel 4.29 berechnet.

$$SQH = \sum_{i=1}^{n_A} A(A)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_B} A(B)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_C} A(C)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_D} A(D)_i^2 \tag{4.29}$$

SQH: Summe der quadrierten Häufigkeiten bewerteter Taxa
n_A: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie A
n_B: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie B
n_C: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie C
n_D: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie D
$A(A)_i$: Messwert (Abundanz) des Taxons i, Kategorie A
$A(B)_i$: Messwert (Abundanz) des Taxons i, Kategorie B
$A(C)_i$: Messwert (Abundanz) des Taxons i, Kategorie C
$A(D)_i$: Messwert (Abundanz) des Taxons i, Kategorie D

Die Gesamtzahl der bewerteten Taxa (Bewertungskategorie A, B, C oder D) wird nach Gleichung 4.30 berechnet.

$$NPH = n_a + n_B + n_C + n_D \tag{4.30}$$

NPH: Gesamtzahl aller eingestuften Taxa (*eingestufte Taxa PoD*)
nA: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie A
nB: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie B

nC: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie C
nD: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie D

4.4.2 Ermittlung des Bewertungsindex

Der Bewertungsindex wird nach Formel 4.31 berechnet.

$$BI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} A(A)_i^2 + \frac{1}{3} \times \sum_{i=1}^{n_B} A(B)_i^2 - \frac{1}{3} \times \sum_{i=1}^{n_C} A(C)_i^2 - \sum_{i=1}^{n_D} A(D)_i^2}{\sum_{i=1}^{n_A} A(A)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_B} A(B)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_C} A(C)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_D} A(D)_i^2} \times 100 \quad (4.31)$$

BI: Bewertungsindex (*Wird nicht mehr ausgegeben, siehe 4.4.5!*)
n_A: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie A
n_B: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie B
n_C: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie C
n_D: Anzahl Taxa in der Bewertungskategorie D
$A(A)_i$: Messwert (Abundanz) des Taxons i, Kategorie A
$A(B)_i$: Messwert (Abundanz) des Taxons i, Kategorie B
$A(C)_i$: Messwert (Abundanz) des Taxons i, Kategorie C
$A(D)_i$: Messwert (Abundanz) des Taxons i, Kategorie D

Der Wertebereich liegt zwischen +100 und –100.

4.4.3 Berücksichtigung von Massenvorkommen

Bei einigen eingestuften Taxa führt ein Massenvorkommen (Häufigkeitsklasse 5) typabhängig zu einer Änderung der Artgruppe. Dies erfolgt immer dann, wenn deren Abundanzklasse eine Schwelle (>4, >3 oder >2) überschreitet. Ob bzw. welcher Fall greift, ist in der Indikatortaxaliste durch eine Anmerkung (d, e oder f) gekennzeichnet.

4.4.4 Taxonspezifische Ausnahmeregeln

Für einige Taxa gelten spezifische Ausnahmeregeln.

Die in der Tabelle 4.13 aufgeführten Taxa sind erst ab Abundanz 3 sicher bestimmbar und gehen daher erst ab dieser Abundanz in die Berechnung ein.

Tabelle 4.13: Taxa, die erst ab Abundanz 3 eingestuft sind

DV-Nr.	Taxon
8037	Phormidium autumnale
8317	Phormidium amoenum
8162	Phormidium favosum
8233	Phormidium tergestinum
8058	Phormidium uncinatum

Chantransia-Stadien gehen nicht in die Bewertung ein, wenn am Standort Arten der Gattungen Batrachospermum, Lemanea, Paralemanea oder Thorea mit Häufigkeiten 3, 4 oder 5 nachgewiesen werden.

Batrachospermum atrum (17263) kann auf Grund seiner auffälligen Morphologie gut von anderen Arten der Gattung Batrachospermum getrennt werden. Da diese Art auch eine unterschiedliche Autökologie zu anderen Arten dieser Gattung aufweist, sollten die Bearbeiter diese Art nicht als Indikator unter der Gattung subsummieren, sondern unter dem Artnamen eingeben.

ACHTUNG: Diese Bedingung wird nicht durch die Software behandelt, sondern muss von den Bearbeiter:innen berücksichtigt werden.

4.4.5 Beitrag des Moduls zur Gesamtbewertung

Der berechnete Bewertungsindex BI wird durch Formel 4.32 auf eine Skala von 0 bis 1 zum *Index PoD* transformiert (wobei die letzte Umformung der Vereinfachung dient und nicht in der Verfahrensanleitung steht).

$$I_{PoD} = \frac{(BI + 100) \times 0.5}{100} = \frac{BI + 100}{200} \tag{4.32}$$

mit BI: Bewertungsindex PoD, I_{PoD}: *Index PoD*.

4.4.5.1 Bestimmung der Bewertungsklasse

Die Berechnung der Bewertungsklasse der Teilkomponente PoD erfolgt durch Abgleich des *Index PoD* mit den Klassengrenzen der Tabelle 4.14.

Tabelle 4.14: Normierungsfaktoren zur Umrechnung der PoD-Bewertungen

OG Klasse 1	OG Klasse 1	OG Klasse 2	OG Klasse 3	OG Klasse 4
1,000	0,710	0,560	0,440	0,290

4.4.5.2 Bestimmung der dezimalen Bewertung

Zur Bestimmung der dezimalen Bewertung innerhalb des fünfstufigen Klassensystems wird der *Index PoD* anhand der Klassengrenzen 0,5 bis 5,5 der fünfstufigen Bewertungsskala wie folgt umgerechnet

$$BewDez_{PoD} = \frac{\text{OG Klasse i } - I_{PoD}korr}{\text{OG Klasse i } - \text{ OG Klasse i-1}} + \text{ OG Dez Klasse i} \tag{4.33}$$

mit $BewDez_{PoD}$: *Bewertung PoD (dezimal)*, $I_{PoD}korr$: *Index PoD*, OG Klasse i: Obere Grenze der Klasse i (siehe Tabelle 4.14), OG Dez Klasse i: Obere Dezimalgrenze der Klasse i (0,5 ... 5,5).

4.4.5.3 Nnormierung des Index PoD

Zur Verrechnung mit den übrigen Teilkomponenten erfolgt eine Normierung des *Index PoD* zum EQR_{PoD} - je nach Bewertungsklasse mit einer von fünf Formeln der Struktur:

$$EQR_{PoD} = UK_i + 0,2 \times \frac{I_{PoD} - NF_i}{NF_{i-1} - NF_i} \tag{4.34}$$

mit EQR_{PoD}: normierter *Index PoD*, I_{PoD}: *Index PoD* (transformierter Bewertungsindex), UK_i: Untere Grenze des EQR von Klasse i (0,8, 0,6, 0,4, 0,2, 0), NF_{i-1}: Normierungsfaktor für die Klasse i: (siehe Tabelle 4.15).

Tabelle 4.15: Normierungsfaktoren zur Umrechnung der PoD-Bewertungen

NF 0	NF 1	NF 2	NF 3	NF 4
1,000	0,710	0,560	0,440	0,290

4.5 Gesamtbewertung

4.5.1 Vorbemerkungen

Die Einzelergebnisse der biologischen Teilkomponenten wurden bereits jeweils auf eine normierte Skala von 0 – 1 (teilkomponentenspezifische EQR) umgerechnet (siehe die jeweiligen Teilkapitel).

4.5.2 Makrophyten-Phytobenthos Index Fließgewässer

Der Makrophyten-Phytobenthos-Index (*EQR MPD (vor Abwertung)*) ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der normierten Ergebnisse der Teilkomponenten. Bei der Mittelwertbildiung werden nur die Teilkomponenten mit als gesichert

eingestuften Ergebnissen berücksichtigt.

Aufgrund der bereits teilkomponentenspezifisch erfolgten Normierung wird die Ökologische Zustandsklasse einheitlich anhand der Skala in Tabelle 4.16 ermittelt.

Tabelle 4.16: Güteklassen und EQR

EQR	Zustandsklasse
$\geq 0,8$	1
$\geq 0,6$	2
$\geq 0,4$	3
$\geq 0,2$	4
$< 0,2$	5

4.5.3 Überprüfung der Gesamtbewertung anhand zusätzlicher Kriterien

Bei Versauerung und oder Versalzung kann eine Abwertung um jeweils eine Klasse (0,2 Indexwerte) erfolgen. Dies kann jedoch schlechtestenfalls eine Zustandsklasse 5 bzw. einen EQR MPD von 0 nach sich ziehen. Rechnerisch theoretisch mögliche Werte $ZK > 5$ bzw. $EQR < 0$ werden durch entsprechende Regeln verhindert.

4.5.3.1 Abwertung bei Versauerung

Für die Diatomeen ist zu prüfen, ob die Module gesichert sind. Nur dann erfolgt eine Abstufung bei den Typen D 5, D 5.1, D 6, D 7 (Code 6, 61, 7 und 8) sowie D 11.1 und D 11.2 (Code 14 und 31).

In Abhängigkeit von der Summenhäufigkeit der Versauerungszeiger (siehe Kapitel 4.3.6) müssen die in Tabelle 4.17 dargestellten Abwertungen der Bewertungsklasse vorgenommen werden.

Tabelle 4.17: Abwertung bei Versauerung

Wert für SV (%)	Abwertung um
$10 < SV \leq 25$	1
$25 < SV \leq 50$	2
$50 < SV \leq 99$	3
$SV > 99$	4

4.5.3.2 Abwertung bei Versalzung

In Abhängigkeit von den Ergebnissen für das Moduls Versalzung (siehe Kapitel 4.3.7) muss für alle Typen die entsprechende Korrektur der Gesamtbewertungsklasse durchgeführt werden (siehe Formel 4.35).

$$HI > 15 \quad UND \quad Z' \leq 4 \qquad \Rightarrow \qquad Z = Z' + 1 \tag{4.35}$$

mit HI: *Halobienindex D (Schönfelder)*, Z': *Bewertung MPD (vor Abwertung)*Z: *Zustands-/Potentialklasse*.

Kapitel 5

Schnittstellen

5.1 Eingabedatei

Der Import der erforderlichen Daten erfolgt als Excel-Mappe mit zwei Arbeitsblättern (*Messstellen* und *Messwerte*). **Die Bezeichnungen der Blätter sind einzuhalten. Ihre Reihenfolge ist beliebig.**

Bei der Dateibenennung ist zu berücksichtigen:
URL spezifische Sonderzeichen in Dateinamen sind bei hochzuladenden Dateien unzulässig und führen zu einem Fehler beim Upload (es kommt also gar nicht erst zu einer Berechnung).
Unzulässige Zeichen sind : / ? # [ ] @ ! $ & ’ ( ) * + , ; =

In Tabelle 5.1 sind die zu importierenden Attribute der Messstellen dargestellt. Die Tabelle darf weitere Felder enthalten, diese werden aber ignoriert. Die Bezeichnungen und Reihenfolge der Attribute sind einzuhalten.

Folgende Aspekte sind zu berücksichtigen:

- Die Einträge in den Feldern Messstelle und Probe in den beiden Blättern müssen identisch sein! Diese beiden Werte bilden gemeinsam den eindeutigen Schlüssel, um Messwerte (= Taxafunde) mit Proben zu verknüpfen. Das bedeutet aber auch, dass Phylib Fließgewässer 7 nunmehr Daten zu mehreren Proben an einer Messstelle in der gleichen Datei fehlerfrei verarbeiten kann.
- Enthält die Typangabe einer Teilkomponente den Wert „keine Angabe“ (Code = 0), wird diese Teilkomponente bei der Berechnung nicht berücksichtigt.
- Liegen Messdaten zu Teilkomponenten an einer Messstelle vor, bei der die Typangabe den Wert „keine Angabe“ (Code = 0) hat, muss eine entsprechende Meldung im Bemerkungsfeld erfolgen.
- Ist das Feld *Makrophytenverödung* leer oder enthält es den Wert *falsch* oder *nein*, wird das Feld *Begründung Verödung* nicht ausgewertet.
- Im Feld *Begründung Verödung* wird nur die Hauptbelastung benannt. Es dürfen nicht mehrere Gründe angegeben werden.

In Tabelle 5.2 sind die zu importierenden Attribute der Messwerte (= Taxafunde) dargestellt. Die Tabelle darf weitere Felder enthalten, diese werden aber ignoriert.

Tabelle 5.1: Fließgewässer-Kopfdaten

Bezeichnung	Wert	Leerwert möglich	Feldlänge
Messstelle	Messstellen-Identifikation	Nein	40
Probe	Identifikation der Probe	Nein	40
Ökoregion	Schlüsselliste	Nein	
Diatomeentyp	Schlüsselliste	Nein	
Makrophytentyp	Schlüsselliste	Nein	
PoD-Typ	Schlüsselliste	Nein	
WRRL-Typ	Schlüsselliste	Nein	
Makrophytenverödung	Schlüsselliste	Ja (leer = *nein*)	
Begründung Verödung	Schlüsselliste	Nein, bei *Makrophytenverödung*	
Helophytendominanz	Schlüsselliste	Ja	
Gesamtdeckungsgrad	Zahl [%]	ja	
Jahr	Jahr der Beprobung	Ja	4
OWK-ID	Identifikation des Oberflächenwasserkörpers	Ja	255
OWK-Name	Bezeichnung des Oberflächenwasserkörpers	Ja	255
Gewässer	Bezeichnung des Gewässers	Ja	255

Tabelle 5.2: Fließgewässer-Messwerte

Bezeichnung	Wert	Leerwert möglich	Länge
Messstelle	Freitext	Nein	40
Probe	Freitext	Nein	
Taxon	DV-Nr.	Nein	
Taxonname	Bezeichnung des Taxon	Ja	
Form	Schlüsselliste	Ja (bei Diatomeen und PoD)	
Einheit	Schlüsselliste	Nein	
Messwert	Zahl	Nein	
cf	Schlüsselliste	Ja (leer = *nein*)	

5.2 Schlüssellisten für die Eingabedatei

Die Schlüssellisten für die folgenden Attribute sind im Anhang dargestellt. **Mit Ausnahme der Codierung neu aufgenommener Makrophyten- und Phytobenthostypen sind sie gegenüber PHYLIB 5.3 unverändert.**

- Messstelle - Ökoregion
- Messstelle - WRRL-Typ
- Messstelle - Makrophyten- und Phytobenthostypen
- Wahrheitswerte für Makrophytenverödung
- Begründungen für Makrophytenverödung
- Helophytendominanz
- Messwerte - Biologische Einheiten
- Erscheinungsformen von Makrophyten

5.3 Ausgabedateien

Das Ergebnis wird als Excel-Datei (.xlsx) und als maschinenverarbeitbare JSON-Datei (.json) ausgegeben.

5.3.1 Ausgabe im Excel-Format

Die ausgegebene Excel-Datei **dieser Testversion** besteht aus zwei Arbeitsblättern:

- Blatt „Ergebnisse”: enthält die Bewertungsergebnisse in Anlehnung an das Standardformat (Profil *wbt* in Phylib 5.3), die Ausgabefelder sind in Tabelle 5.3 dargestellt
- Blatt „Ergebnisse_FAQHYD”: enthält die Bewertungsergebnisse in Anlehnung an das Standardformat (Profil *faqhyd* in Phylib 5.3), die Ausgabefelder sind in Tabelle 5.4 dargestellt
- Blatt „Taxa”: Liste aller eingelesenen Taxa mit taxaspezifischen Attributen und ggf. Bemerkungen

In der Tabelle 5.3 ist die Struktur der Ausgabe des Blatts „Ergebnisse” dargestellt.

Tabelle 5.3: Struktur der Excel-Ausgabe, Blatt „Ergebnisse”

Bezeichnung	Erläuterung	Neu oder Verändert
Messstelle	ID der Messstelle	
Probe	ID der Probe	
Ökoregion	Ökoregion	
WRRL-Typ	LAWA-Typ gemäß Schlüsselliste	
Diatomeentyp	Diatomeentyp gemäß Schlüsselliste	
Makrophytentyp	Makrophytentyp gemäß Schlüsselliste	
PoD-Typ	PoD-Typ gemäß Schlüsselliste	Neue Typen
Bemerkungen	Hinweise aufgrund von Auffälligkeiten	
Probleme	Hat die Probe relevante Auffälligkeiten?	
Software-Version	Versionsangaben zu Software, Datenbank und BTL	
Zustands-/Potentialklasse	Klasse der Gesamtbewertung	
Bewertung (dezimal)	Dezimale Gesamtbewertung (0,5 – 5,5)	

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 5.3 – Fortsetzung von der vorherigen Seite

Bezeichnung	Erläuterung	Neu oder Verändert
EQR MPD	Gesamtindex als EQR (0 – 1)	Mittelwert der EQR-Indizes der Teilkomponenten einschließlich etwaiger Abwertungen
Bewertung MPD (vor Abwertung)	Gesamtbewertung ohne Abwertung	
EQR MPD (vor Abwertung)	Mittelwert der EQR-Indizes der Teilkomponenten ohne etwaige Abwertungen	Neu
EQR-Abwertung	ggf.Abwertung aufgrund Versauerung und/oder Salzbelastung	Neu
M-sicher	Kriterien für sichere Bewertung Makrophyten erfüllt?	
Bewertung Makrophyten	Klasse der Makrophytenbewertung	
Bew. Makrophyten (dezimal)	Dezimale Makrophytenbewertung (0,5 - 5,5)	
EQR Makrophyten	Genormter Makrophytenindex	Neu
P-sicher	Kriterien für sichere Bewertung PoD erfüllt?	
Bewertung PoD	Klasse der PoD-Bewertung	Neues Verfahren
Bew. PoD (dezimal)	Dezimale PoD-Bewertung	Neues Verfahren
EQR PoD	Normierter PoD-Index	Neu
D-sicher	Kriterien für sichere Bewertung Diatomeen erfüllt?	
Bewertung Diatomeen	Klasse der Diatomeenbewertung	
Bew. Diatomeen (dezimal)	Dezimale Diatomeenbewertung (0,5 - 5,5)	
EQR Diatomeen	genormter Diatomeenindex	
Referenzartensumme D (EQR)	genormter Index der Referenzartensumme	Neu
Referenzartensumme-Klasse	Klassifizierter EQR Referenzartensumme	
Nährstoffbewertung D (EQR)	Mittelwert aus Trophieindex (umger.) D und Saprobitätsindex (umger.) D bei D 13.1 und D 13.2, sonst: Trophieindex (umger.) D	
Nährstoffbewertung-Klasse	Klassifizierter EQR Nährstoffbewertung	
Trophieindex D (EQR)	Trophieindex nach Pfister	Wird für alle Typen berechnet
TI-Klasse	Klassifizierter Trophieindex nach Pfister	
Saprobitätsindex D (EQR)	Saprobitätsindex nach Pfister	Wird für alle Typen berechnet
SI-Klasse	Klassifizierter Saprobitätsindex nach Pfister	
Halobienindex D (Schönfelder)	Halobienindex Chorid nach LFP O 6.20	Neues Verfahren
Halobieklasse D	Typgruppenspezifisch klassifizierter Halobienindex Chorid	Neu
Referenzartensumme (D)	Referenzartensumme	
Massenvorkommen TRA D	Nennung typspez. Taxa mit Massenvorkommen	

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 5.3 – Fortsetzung von der vorherigen Seite

Bezeichnung	Erläuterung	Neu oder Verändert
höchste Dominanz TRA D [%]	maximale Dominanz [%] der typspzifischen Referenzarten	Neu
Abzug Massenvorkommen TRA D [%]	Abzug aufgrund von Massenentwicklung typspzifischer Referenzarten	Zu Prüfzwecken
Saprobietolerante D [%]	Anteil saprobietoleranter Taxa	Neu
Referenzartensumme (korr.) D	Bzgl. Massenaufkommen und saprobietoleranten Taxa korrigierte Referenzartensumme	
Taxa-Anzahl D	Gesamtzahl Diatomeentaxa	N eu
TI-Anzahl	Anzahl eingestufter Taxa	
TI-Abundanzsumme	Abundanzsumme eingestufter Taxa	Neu
Trophieindex D (Pfister)	Trophieindex nach Pfister	
Saprobitätsindex D (Pfister)	Saprobitätsindex nach Pfister	
SI-Anzahl	Anzahl eingestufter Taxa	
Versauerungszeiger D [%]	Anteil der Versauerungszeiger	
Gesamthäufigkeit [%] D	Gesamthäufigkeit der Diatomeentaxa	
planktische Taxa [%] D	Anteil planktischer Taxa	
aerophile Taxa [%] D	Anteil aerophiler Taxa	
übergeordnete Taxa [%] D	Anteil übergeordneter Taxa	
Rote Liste Index D	Berechneter Index	
Referenzindex M	Makrophyten-Referenzindex	
Makrophytenverödung	Besteht Makrophytenverödung	
Begründung Verödung	Wenn ja, aus welchem Grund (Schlüsselliste)	
vorgegebene HPD	Helophytendominanz in Stammdaten gesetzt	
Quantität Helophyten	Gesamtquantität Helophyten	
berechnete HPD	Berechnete Helophytendominanz	
Helophytendominanz	maßgeblicher Status Helophytendominanz	
Referenzindex M korr.	Bzgl. Makrophytenverödung oder HPD korr. Makrophyten-Referenzindex	
Index Makrophyten	Makrophytenindex	
Index Makrophyten korr.	korrigierter Makrophytenindex	Neu
Anzahl berücksichtigter Taxa M	Anzahl submerser/ggf. emerser Makrophytentaxa	
Anzahl berücks. u. eingestuft M	Anzahl submerser/ggf. emerser und eingestufter Makrophytentaxa	
Quantität berücksichtigt M	Quantität submerser und ggf. emerser Makrophytentaxa	
Quantität berücks. u. eingestuft M	Quantität submerser/ggf. emerser und eingestufter Makrophytentaxa	
Anteil berücks. u. eingestuft [%] M	Anteil eingestufter Makrophytentaxa	
Quantität BPlus-Taxa	Quantität B-Plus-Makrophytentaxa	Neu
Diversität M	Berechnete Diversität	
Evenness M	Berechnete Evenness	

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 5.3 – Fortsetzung von der vorherigen Seite

Bezeichnung	Erläuterung	Neu oder Verändert
Myriophyllum spicatum [%] M	Anteil Myriophyllum spicatum	
Ranunculus [%] M	Anteil Ranunculus-Taxa	
Gesamtdeckungsgrad [%]	Gesamtdeckungsgrad	
Index PoD	PoD-Index	Neues Verfahren
Anzahl Taxa PoD	Gesamttaxazahl PoD	
eingestufte Taxa PoD	Anzahl eingestufter Taxa	
Summe quadr. Häufigk. PoD	Gesamtsumme der quadrierten Häufigkeiten aller Taxa	
Anteil quadr. Häufigk. A PoD [%]	Anteil von A-Arten	Neu
Anteil quadr. Häufigk. B PoD [%]	Anteil von B-Arten	Neu
Anteil quadr. Häufigk. C PoD [%]	Anteil von C-Arten	Neu
Anteil quadr. Häufigk. D PoD [%]	Anteil von D-Arten	Neu
Anteil quadr. Häufigk. A+B PoD [%]	Anteil der Summe der Gütezeiger	Neu
Anteil quadr. Häufigk. C+D PoD [%]	Anteil der Summe der Störungszeiger	Neu
Jahr	optionale Angabe in der Eingabedatei	Neu
OWK-ID	optionale Angabe in der Eingabedatei	Neu
OWK-Name	optionale Angabe in der Eingabedatei	Neu
Gewässer	optionale Angabe in der Eingabedatei	Neu

Das Blatt „Ergebnisse_FAQHYD" enthält die Bewertungsergebnisse im Format des Profils *faqhyd* in Phylib 5.3. Es entspricht der Ausgabe in Tabelle 5.3, jedoch mit kompakteren Spaltenköpfen (siehe Tabelle 5.4).

Tabelle 5.4: Struktur der Excel-Ausgabe, Blatt „Ergebnisse_FAQHYD"

Bezeichnung	Entspricht
MST_ID	Messstelle
PROBE_ID	Probe
REGION_NR	Ökoregion
WRRL_TYP_NR	WRRL-Typ
DM_CODE	Diatomeentyp
MP_CODE	Makrophytentyp
PB_CODE	PoD-Typ
BEMERKUNGEN	Bemerkungen
ERR	Probleme
SW_VERSION	Software-Version
KLASSE_END	Zustands-/Potentialklasse
KLASSE_DEC	Bewertung (dezimal)
EQR_MPD_END	EQR MPD
KLASSE	Bewertung MPD (vor Abwertung)
EQR_MPD	EQR MPD (vor Abwertung)
EQR_MPD_ABW	EQR-Abwertung
MP_SICHER	M-sicher
KLASSE_MP	Bewertung Makrophyten
KLASSE_MP_DEC	Bew. Makrophyten (dezimal)

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 5.4 – Fortsetzung von der vorherigen Seite

Bezeichnung	Entspricht
EQR_MP	EQR Makrophyten
PB_SICHER	P-sicher
KLASSE_PB	Bewertung PoD
KLASSE_PB_DEC	Bew. PoD (dezimal)
EQR_PB	EQR PoD
DM_SICHER	D-sicher
KLASSE_DM	Bewertung Diatomeen
KLASSE_DM_DEC	Bew. Diatomeen (dezimal)
EQR_DM	EQR Diatomeen
EQR_RA	Referenzartensumme D (EQR)
RAS_KLASSE	Referenzartensumme-Klasse
EQR_NB	Nährstoffbewertung D (EQR)
KLASSE_NB	Nährstoffbewertung-Klasse
TI_EQR	Trophieindex D (EQR)
TROPHIE_KLASSE	TI-Klasse
SI_EQR	Saprobitätsindex D (EQR)
SAPROBIE_KLASSE	SI-Klasse
HI_SCHOEN	Halobienindex D (Schönfelder)
KLASSE_HI_SCHOEN	Halobieklasse D
S_RA	Referenzartensumme D
DM_MASSEN	Massenvorkommen TRA D
MAX_DOM_TRA_D	höchste Dominanz TRA D [%]
ABZ_Mass_TRA_D	Abzug Massenvorkommen TRA D [%]
SAP_TOL	Saprobietolerante D [%]
ABZ_SAP_TOL	Abzug Saprobietolerante D
S_RA_OHNE	Referenzartensumme (korr.) D
D_ANZ	Taxa-Anzahl D
TI-ANZ	TI-Anzahl
TI-ABZSUM	TI-Abundanzsumme
TI_PF	Trophieindex D (Pfister)
SI_PF	Saprobitätsindex D (Pfister)
SI-ANZ	SI-Anzahl
S_V	Versauerungszeiger D [%]
D_SUM	Gesamthäufigkeit [%] D
ANTEIL_PLANKTISCH_DM	planktische Taxa [%] D
ANTEIL_AEROPHIL	aerophile Taxa [%] D
SUM_GATT	übergeordnete Taxa [%] D
RLI	Rote Liste Index D
RI	Referenzindex M
MP_VEROEDUNG	Makrophytenverödung
MV_BEGR_NR	Begründung Verödung
HP_USR_DOMINANZ	vorgegebene HPD
QEM_GES	Quantität Helophyten
HP_BER_DOMINANZ	berechnete HPD
HP_DOMINANZ	Helophytendominanz

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 5.4 – Fortsetzung von der vorherigen Seite

Bezeichnung	Entspricht
MP_I_KORR	Referenzindex M korr.
M_M	Index Makrophyten
MP_I	Index Makrophyten (korr.)
N_MP	Anzahl berücksichtigter Taxa M
N_SE_M	Anzahl berücks. u. eingestuft M
Q_GES	Quantität berücksichtigt M
QE_GES	Quantität berücks. u. eingestuft M
ANTEIL_ARTEN	Anteil berücks. u. eingestuft [%] M
Q_BPLUS	Quantität BPlus-Taxa
H_S	Diversität M
E	Evenness M
MS	Myriophyllum spicatum [%] M
RA	Ranunculus [%] M
GES_DECK_GRAD	Gesamtdeckungsgrad [%]
M_PH	Index PoD
N_PH_ALLE	Anzahl Taxa PoD
N_PH	eingestufte Taxa PoD
S_QH	Summe quadr. Häufigk. PoD
A_QH_A	Anteil quadr. Häufigk. A PoD [%]
A_QH_B	Anteil quadr. Häufigk. B PoD [%]
A_QH_C	Anteil quadr. Häufigk. C PoD [%]
A_QH_D	Anteil quadr. Häufigk. D PoD [%]
A_QH_AB	Anteil quadr. Häufigk. A+B PoD [%]
A_QH_CD	Anteil quadr. Häufigk. C+D PoD [%]
JAHR	JAHR
OWK-ID	OWK-ID
OWK-Name	OWK-Name
Gewässer	Gewässer

Das Blatt „Taxa" ist in seiner Struktur weitgehend unverändert geblieben. Zusätzlich werden die DV-Nummern der Taxa ausgegeben. In den Feldern *Trophiegewicht* etc. werden nun die Werte nach Pfister et al. ausgegeben.

Tabelle 5.5: Struktur der Excel-Ausgabe, Blatt „Taxa"

Bezeichnung	Erläuterung
Bezeichnung	Erläuterung
NR	Lfd. Nr.
Messstelle	Messstelle
Probe	Probe
Biokomponente	Diatomeen, Makrophyten, PoD oder "Taxon mit Fehlern"
DV-Nr.	DV-Nr.
Taxon	Name des Taxon
Form	Wuchsform
cf	Wahrheitswert, WAHR: nicht genau bestimmbar

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle 5.5 – Fortsetzung von der vorherigen Seite

Bezeichnung	Erläuterung
Messwert	Gemessene Häufigkeit/Dominanz
Messwert berechnet	Berechnete Quantität
Einheit	HK 1-5 oder %
Artgruppe	Einstufung des Taxon in der Probe unter Berücksichtigung aller Bewertungsregeln & Ausnahmen
aerophil (D)	Ist Diatomeenart als aerophil eingestuft?
planktisch (D)	Ist Diatomeenart als planktisch eingestuft?
saprobietolerant (D)	Ist Diatomeenart als saprobietolerant eingestuft?
Saprobiewert (D)	Einstufung des Saprobiewerts
Saprobiegewicht (D)	Einstufung des Saprobiegewichts
Trophiewert (D)	Einstufung des Trophiewerts
Trophiegewicht (D)	Einstufung des Trophiegewichts
Einstufung Halobie (D)	Halobieeinstufung
Einstufung Versauerung (D)	Wahrheitswert, WAHR: Versauerungsindikator
Rote Liste (D)	Eingestufdter RL-Wert
auch 'emers' bewertungsrelevant (M)	Ist das Makrophytentaxon auch emers bewertungsrelevant?
für Helophytendominanz relevant (M)	Wird das Makrophytentaxon in die Ermittlung der HPD einbezogen?
Bemerkungen	z.B. Angabe, ob Taxon inaktiv ist oder fehlerhafte Werte enthält
Daten auffällig	Wahrheitswert
Daten fehlerhaft	Wahrheitswert

Wenn Eingabedaten der Taxa fehlerhaft sind, wird für das betreffende Taxon in der Spalte "Biokomponente"der Wert "Taxon mit Fehlernäusgegeben. Im Feld "Bemerkungen"wird der Fehler genauer beschrieben.

5.3.2 Ausgabe im JSON-Format

Die JavaScript Object Notation (JSON) ist ein strukturiertes Textformat für den Datenaustausch zwischen Anwendungen. Das Format bildet die interne Objekthierarchie ab (Auszug siehe Abbildung 5.1).

Das Schema des JSON-Exports ist als Download verfügbar.

5.4 Schlüssellisten für die Excel-Ausgabedatei

Die Schlüssellisten für die folgenden Attribute sind im Anhang dargestellt.

- Artgruppen
- Halobienindex D (Schönfelder)

```
"version": "Phylib FG 7.0.0 | DB 7.0.0 | BTL2020",
"probestellenId": "KO737.00",
"diatomeenTrophieAbundanzPf": 92.51999999999995,
"diatomeenSaprobieAbundanzPf": null,
"podAnzahlTaxa": 5,
"podBewertungsindexNewLinear": 33.333333333333336,
"podBewertungsindexUmgerechnetLinear": 0.6666666666666667,
"poDLinearPercentages": [
  0.0,
  100.0,
  0.0,
  0.0,
  100.0,
  0.0
],
"maxDominanceOfAnySpecies": 25.24,
"diatomsAvailable": true,
"macrophytesAvailable": true,
"podsAvailable": true,
"sampleUsable": true,
"makrophytenAnteilSubmerserUndEingestufterArten": 100.0,
"referenceIndexInfo": [

],
"diatomeenRasDeductionSewage": 0.1775,
"phylibGesamtbewertung": 2,
"macrophyteType": "MRK",
"diatomType": "D8_1",
"macrophyteDegradation": false,
"s": {
  "id": {
    "sampleId": "287527",
    "samplingPoint": {
```


Abbildung 5.1: Auszug aus der Struktur eines JSON-Exports

Anhang

Schlüssellisten für die Eingabe

Tabelle A.1: Schlüsselliste Ökoregion

Code-Nr.	Kurzbezeichnung
1	Alpen
2	Alpenvorland
3	Mittelgebirge
4	Norddeutsches Tiefland
5	unabhängig

Tabelle A.2: Schlüsselliste WRRL-Typ

Code-Nr.	WRRL-Code	Kurzbezeichnung
104	1.1	1.1 - Bach der Alpen
108	1.2	1.2 - Fluss der Alpen
111	2.1	2.1 - Bach Alpenvorland
112	2.2	2.2 - Fluss Alpenvorland
113	3.1	3.1 - Bach Jungmoräne Alpenvorland
114	3.2	3.2 - Fluss Jungmoräne Alpenvorland
115	4	4 - Grosser Fluss Alpenvorland
105	5	5 - silikat. Mittelgebirgsbach grob
101	5.1	5.1 - silikat. Mittelgebirgsbach fein
132	5.2	5.2: Bäche der Vulkangebiete
106	6	6 - karb. Mittelgebirgsbach fein
121	6_K	6K - Mittelgebirgsbach, Keuper
107	7	7 - karb. Mittelgebirgsbach grob
109	9	9 - silikat. Mittelgebirgsfluss fein bis grob
110	9.1	9.1 - karb. Mittelgebirgsfluss fein bis grob
122	9.1_K	9.1K - Mittelgebirgsfluss, Keuper
102	9.2	9.2 - Grosser Mittelgebirgsfluss
116	10	10 - Strom, kiesgeprägt
117	11	11 - Bach, organisch geprägt
123	14	14: Sandiger Bach
124	15	15: Sandiger Fluss
129	15_G	15_G: Grosser sandiger Fluss
125	16	16: Tiefland-Bach kiesgeprägt
119	17	17: Tiefland-Fluss kiesgeprägt (Ca)
103	18	18: Tiefland-Bach Löss-Lehm (Ca)
126	19	19: kleines Niederungsgewässer
127	20	20: Sandiger Strom
128	21_N	21_N: Seeausfluss N
120	21_S	21_S - Fließgewässer, Seeausflussgepr. (Süd)
130	22	22: Marschengewässer
131	23	23: Brackwasser
199	999	keine Typzuordnung
118	12	12: Fluss, organisch geprägt

Bei den übrigen Teilkomponenten (Diatomeen, PoD) ist hier Code-Nr. 256 bzw. als Text *o.A.* zu setzen.

Tabelle A.3: Schlüsselliste M+P-Typen

Code-Nr.	Gewässertyp*	Biokomponente	Bewertbar	Gültig
0	keine Angabe		FALSCH	WAHR
1	D 1.1	Diatomeen	WAHR	WAHR
2	D 1.2	Diatomeen	WAHR	WAHR
3	D 3	Diatomeen	WAHR	WAHR
4	D 4	Diatomeen	WAHR	WAHR
5	D 2	Diatomeen	WAHR	WAHR
6	D 5	Diatomeen	WAHR	WAHR
7	D 7	Diatomeen	WAHR	WAHR
8	D 6	Diatomeen	WAHR	WAHR
9	D 8.1	Diatomeen	WAHR	WAHR
10	D 9.1	Diatomeen	WAHR	WAHR
11	D 10.1	Diatomeen	WAHR	WAHR
12	D 12.1	Diatomeen	WAHR	WAHR
13	D 13.1	Diatomeen	WAHR	WAHR
14	D 11.1	Diatomeen	WAHR	WAHR
20	MRK	Makrophyten	WAHR	WAHR
21	MRS	Makrophyten	WAHR	WAHR
23	MP	Makrophyten	WAHR	WAHR
24	TNm	Makrophyten	WAHR	WAHR
25	Mg	Makrophyten	WAHR	WAHR
26	TNg	Makrophyten	WAHR	WAHR
28	D 8.2	Diatomeen	WAHR	WAHR
29	D 9.2	Diatomeen	WAHR	WAHR
30	D 10.2	Diatomeen	WAHR	WAHR
31	D 11.2	Diatomeen	WAHR	WAHR
32	D 12.2	Diatomeen	WAHR	WAHR
33	D 13.2	Diatomeen	WAHR	WAHR
35	TNk	Makrophyten	WAHR	WAHR
36	TRg	Makrophyten	WAHR	WAHR
37	TRm	Makrophyten	WAHR	WAHR
38	TRk	Makrophyten	WAHR	WAHR
9949	PB soba 01	PoD	WAHR	WAHR
9950	PB soba 02	PoD	WAHR	WAHR
9951	PB soba 03	PoD	WAHR	WAHR
9952	PB kbr 01	PoD	WAHR	WAHR
9953	PB kbr 02	PoD	WAHR	WAHR
9954	PB kbr 03	PoD	WAHR	WAHR
9955	PB kbr 04	PoD	WAHR	WAHR
9956	PB kbr 05	PoD	WAHR	WAHR
9957	PB kbr 06	PoD	WAHR	WAHR
9958	PB kbr 07	PoD	WAHR	WAHR
9959	PB kbr 08	PoD	WAHR	WAHR
9960	PB kbr 09	PoD	WAHR	WAHR
9961	PB kbr 10	PoD	WAHR	WAHR
9962	PB kbr 11	PoD	WAHR	WAHR
9963	PB kbr 12	PoD	WAHR	WAHR

Tabelle A.4: Makrophytenverödung

Wert in Excel-Datei	Code-Nr.	Bedeutung
1 *ja* *WAHR* *wahr*	1	Makrophytenverödung
leere Zelle *0* *nein* *FALSCH* *falsch* *anderer Wert*	0	keine Makrophytenverödung

Tabelle A.5: Begründungen für Makrophytenverödung

Code-Nr.	Begründung (kurz)
1	Trophie
2	Saprobie
3	Versauerung
4	Versalzung
5	Chemie
6	Schwebstoff
7	Mahd
8	Räumung
9	Ausbaggerung
10	Wellenschlag
11	Uferverbau
12	Rhithralisierung
13	Bootsbetrieb
14	Badebetrieb
15	Weidetiere
16	Sohlverbau
17	Felssohle
18	Fische
19	Krebse
20	Wasservögel
21	Beschattung

Tabelle A.6: Helophytendominanz

Wert in Excel-Datei	Code-Nr.	Helophytendominanz
0, leer	0	unbekannt
1, nein	1	nein
2, ja	2	ja

Tabelle A.7: Biologische Einheiten

Code-Nr.	Einheit (Kurzname)	Einheit (Langname)
3	HK1-5	Häufigkeitsklasse (Abundanz), 5stufiges System, Anwendung bei Makrophyten und PoD
13	%	relative Häufigkeit

Tabelle A.8: Erscheinungsformen von Makrophyten

Code-Nr.	Erscheinungsform (Kurzname)	Erscheinungsform (Langname)
8192	S	Submerse Ausbildung
16384	Em	Emerse Ausbildung
262144	F-SB	flutend - Schwimmblatt

Anhang

Schlüssellisten für die Ausgabe

Tabelle B.1: Schlüsselliste Artgruppen

Code-Nr.	Kurzbezeichnung
1	A
2	B
3	C
4	D
0	-

Tabelle B.2: Schlüsselliste für Halobienindex D (Schönfelder)

Code-Nr.	Kurzbezeichnung	Langbezeichnung
1	hp	halophil
2	mh	mesohalob
3	ph	polyhalob
4	mhx	mesohaloxen
5	ehx	euhaloxen
6	uhx	ultrahaloxen
7	oh	oligohalob

Anhang

Programmmeldungen

Das Programm erzeugt zwei Arten von Meldungen:

- Fehlermeldungen – werden ausgegeben, wenn bei der Programmausführung Fehler aufgetreten sind.
- Bemerkungen – werden in die Ausgabedateien eingetragen und geben Hinweise zu bei der Bewertung erkannten Problemen oder zu Zwischen- und Endergebnissen der Bewertung.

Tabelle C.1: Fehlermeldungen

Bemerkung	**Erläuterung**
Fehler bei Einlesen der Probestellen. Blatt *Messwerte* nicht vorhanden.	Das Arbeitsblatt *Messwerte* fehlt in der Eingabedatei oder es ist falsch benannt.
Fehler bei Einlesen der Probestellen. Blatt *Messstellen* nicht vorhanden.	Das Arbeitsblatt *Messstellen* fehlt in der Eingabedatei oder es ist falsch benannt.
Spaltenkopf: *SPALTE* nicht vorhanden	Eine vom Programm erwartete Spalte mit Name *SPALTE* ist nicht vorhanden oder falsch benannt.
Falscher Spaltenkopf *SPALTE GELESEN* Erwartet *SPALTE AUS LISTE*	Eine vom Programm erwartete Spalte ist nicht vorhanden oder falsch benannt.
Fehler bei Einlesen der Fundlisten. Weder Spalten mit DV-Nummern noch mit Taxonnamen vorhanden oder falsch benannt.	Die Eingabedatei enthält weder DV-Nummern noch Taxonbezeichnungen.
Liste Typkombinationen leer für Probe *Proben-ID* DT *Diatomen-Typ* MT *Makrophyten-Typ* PT *Phytobenthos-Typ*	Für die Probe konnte keine Typkombination gefunden werden.
Probe ist NULL.	Die Probe enthält kein Daten.
Probestelle in Probe *Proben-ID* ist nicht gesetzt.	Der Probe konnte keine Messstelle zugeordnet werden.
Typinformation für Probe *Proben-ID* ist nicht gesetzt.	Bei der Messstelle der Probe fehlen Typinformationen.

Bemerkungen werden entweder im Feld „Bemerkungen” im Arbeitsblatt „Ergebnisse”, im Feld „BEMERKUNGEN” im Arbeitsblatt „Ergebnisse_FAQHYD” sowie im Feld „Bemerkungen” im Arbeitsblatt „Taxa” ausgegeben.

Tabelle C.2: Allgemeine Meldungen im Blatt Ergebnisse

Bemerkung	**Erläuterung**
Messstelle «Messstelle» in Kopfdaten fehlerhaft: LAWA-Typ	Ungültiger LAWA-Typ für die Messstelle angegeben.
Messstelle «Messstelle» in Kopfdaten fehlerhaft: Ökoregion	Ungültige Ökoregion für die Messstelle angegeben
keine gültigen Messwerte für Messtelle: «Messstelle» und Probe: «Probe»	Keine gültigen Taxadaten für die Probe angegeben.

Tabelle C.3: Diatomeenbezogene Meldungen im Blatt Ergebnisse

Bemerkung	**Erläuterung**
Achtung: Diatomeenbewertung durch Massenentwicklung von > 50% einer Art wenig belastbar!	Ein Taxon tritt mit mindestens 50% Dominanz auf.
Anteil Arten mit geringer Bestimmungstiefe > 5% –> Modul Diatomeen nicht gesichert	Vgl. Kapitel 4.3.2.4
Anteil aerophiler Arten > 5% –> Modul Diatomeen nicht gesichert	Vgl. Kapitel 4.3.2.2
Anteil planktischer Arten > 5% –> Modul Diatomeen nicht gesichert	Vgl. Kapitel 4.3.2.1
Gewässertyp = «Diatomen-Typ» und typspezifische Referenzart > 40% –> Abzug siehe *Abzug Massenvorkommen TRA D [%]*	Abwertung wg. Massenvorkommen, siehe Kapitel 4.3.3
Halobienindex > 15 und Ökologische Zustandsklasse < 5 –> Ökologische Zustandsklasse + 1	Abwertung wg. Salzgehalt, siehe Kapitel 4.3.7
Messstelle «Messstelle» in Kopfdaten fehlerhaft: Diatomeentyp	Fehlerhafter Diatomeentyp
Typcode = «Diatomen-Typ» und $10 < Versauerung \leq 25$ —> Ökologische Zustandsklasse + 1	Abwertung wegen Versauerung, vgl. Kapitel 4.3.6
Typcode = «Diatomen-Typ» und $25 < Versauerung \leq 50$ —> Ökologische Zustandsklasse + 2	Abwertung wegen Versauerung, vgl. Kapitel 4.3.6
Typcode = «Diatomen-Typ» und $50 < Versauerung \leq 99$ —> Ökologische Zustandsklasse + 3	Abwertung wegen Versauerung, vgl. Kapitel 4.3.6
keine (bewertbaren) Messwerte für Diatomeen —> Modul Diatomeen nicht bewertet	Die Probe enthält keine Diatomeenfunde.
Gesamthäufigkeit $\leq 98\%$ oder Gesamthäufigkeit $> 102\%$ –> Modul Diatomeen nicht gesichert	Vgl. Kapitel 4.3.2.3

Tabelle C.4: Makrophytenbezogene Meldungen im Blatt Ergebnisse

Bemerkung	Erläuterung
Messstelle «Messstelle» in Kopfdaten fehlerhaft: Makrophytentyp	Fehlerhafte Typangabe. Keine Bewertung möglich.
kein Gewässertyp für Makrophyten —> Modul Makrophyten nicht bewertet	Unbekannte oder fehlende Typangabe
keine (bewertbaren) Messwerte für Makrophyten —> Modul Makrophyten nicht bewertet	Keine oder unbekannte Taxaangaben. Bewertung nicht möglich.
keine eingestuften Messwerte für Makrophyten —> Modul Makrophyten nicht bewertet	Keine eingestuften Taxaangaben. Bewertung nicht möglich.
Anteil eingestufter Arten < 75% –> Modul Makrophyten nicht gesichert	Sicherungskriterium nicht erfüllt, siehe Kapitel 4.2.3
Anzahl der eingestuften berücksichtigten Taxa < 2 –> Modul Makrophyten nicht gesichert	Sicherungskriterium nicht erfüllt, siehe Kapitel 4.2.3
Gesamtquantität < 17 –> Modul Makrophyten nicht gesichert	Sicherungskriterium nicht erfüllt, siehe Kapitel 4.2.3
Helophytendominanz –> Bewertung Makrophyten = 4	Abwertung wg. Helophytendominanz, siehe Kapitel 4.2.15
Helophytendominanz: Angabe aus Kopfdaten wird verwendet	Angabe aus Kopfdaten weicht von Berechnung ab. Angabe aus Kopfdaten dominiert.
Makrophytenverödung –> Bewertung Makrophyten 5	Abwertung wg. Makrophytenverödung, siehe Kapitel 4.2.4
Anteil Myriophyllum spicatum/Ranunculus > «Wert» % –> I = I x «Faktor»	Abwertung vgl. Kapitel 4.2.17
Anzahl submerser Arten < «Wert» –> I = I x «Faktor»	Abwertung vgl. Kapitel 4.2.17
Anzahl von A- und B+-Taxa = 0 –> I = I x «Faktor»	Abwertung vgl. Kapitel 4.2.17
Eveness < «Wert» –> I = I x «Faktor»	Abwertung vgl. Kapitel 4.2.17
Quantität Eutrophierungszeiger >= 100 –> I = I x «Faktor»	Abwertung vgl. Kapitel 4.2.17
Quantität Lemniden >= «Wert> und Anteil Lemniden > «Wert» –> I = I x «Faktor»	Abwertung vgl. Kapitel 4.2.17
Quantität der B+-Taxa > «Quantität B+-Taxa» –> gehen mit Gewicht «Gewicht» in RI ein	Abwertung vgl. Kapitel 4.2.17
Summe der Anzahl von A- und B+-Taxa = 1 und Gesamtquantität von A- und B+-Taxa < 3 –> I = I x «Faktor»	Abwertung vgl. Kapitel 4.2.17

Tabelle C.5: PoD-bezogene Meldungen im Blatt Ergebnisse

Bemerkung	Erläuterung
Messstelle «Messstelle» in Kopfdaten fehlerhaft: Phytobenthostyp	Fehlerhafte Typangabe. Keine Bewertung möglich.
keine (bewertbaren) Messwerte für Phytobenthos —> Modul Phytobenthos nicht bewertet	Keine oder unbekannte Taxaangaben. Bewertung nicht möglich.
Gesamtzahl eingestufter Taxa < 5 und Summe der quadrierten Häufigkeiten < 16 —> Modul Phytobenthos nicht gesichert	Sicherungskriterium nicht erfüllt, siehe Kapitel 4.4.1

Tabelle C.6: Taxonbezogene Bemerkungen

Bemerkung	**Erläuterung**
Kein gültiger Schlüssel *DV-Nr.* in Attribut Taxon	Die in der Eingabedatei verwendete DV-Nummer ist in der Taxaliste nicht enthalten.
Ungültige *DV-Nr.* angegeben.	Die in der Eingabedatei verwendete DV-Nummer ist in der Taxaliste nicht enthalten.
Taxon inaktiv, gültiger Name: «NAME», gültige DV-Nr.: «DV-Nr.»	Das in der Eingabedatei angegebene Taxon ist nicht mehr aktiv. Es wurde in der Bewertung durch das Synonym ersetzt.
Keine gültige Biokomponente angegeben.	Die angegebene Biokomponente ist für Phylib ungültig.
Biokomponente nicht bewertungsrelevant.	Die angegebene Biokomponente eines Taxons ist für Phylib nicht relevant.
Keine Wuchsform angegeben.	Bei einem Makrophyten-Taxon fehlt die Angabe der Wuchsform.
Ungültige Einheit angegeben.	Bei einem Taxon ist die falsche Einheit angegeben.

Anhang

Lizenzen

Im Folgenden werden die Lizenzen der verwendeten Hilfsprogramme und Bibliotheken dargestellt. Die Aufzählung enthält jeweils auch Hyperlinks zu den Lizenztexten.

- **Amazon Corretto 8 Version 1.8.0_242**: GPLv2 with CPE (https://openjdk.java.net/legal/gplv2+ce.html)
- **JUnit 4.12**: Eclipse Public License 1.0 (https://junit.org/junit4/license.html)
- **Apache POI 4.0.1**: Apache License, Version 2.0 (https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0)
- **PostgreSQL JDBC Treiber 9.4-1202-jdbc41**: BSD 2-clause Simplified License (https://jdbc.postgresql.org/about/license.html)
- **Hibernate 5.2.16**: LGPL v 2.1 (https://opensource.org/licenses/LGPL-2.1)
- **Jackson 1.9.12**: Apache License 2.0 (https://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0)
- **SpotBugs 4.2.3**: GNU Lesser General Public License (http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html)
- **CheckStyle 8.44**: LGPL 2.1 (https://checkstyle.org/licenses.html)

Bibliographie

[1] Schaumburg J. u. a. *Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos*. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2012.

[2] P. Rolauffs und Antje Gutowski et al. *Weiterentwicklung der biologischen Bewertungsverfahren zur EG- Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) unter besonderer Berücksichtigung der großen Flüsse*. Umweltbundesamt, 2020.

[3] P. Rolauffs u. a. *Online-Version der Systeme zur biologischen Fließgewässerbewertung. Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, FKZ 3716 24 209 0, FB000614, Texte 140/2021*. Umweltbundesamt, 2021.

[4] I. Schönfelder und A. Müller. *Anpassung des Fließgewässer-Bewertungsverfahrens für Makrophyten und Phytobenthos an die Anforderungen von Bewertungspraxis und Maßnahmenplanung (PHYLIB Fließgewässer) Teil 1: Fachliche Grundlagen Diatomeen*. Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2022.

[5] I. Schönfelder und A. Müller. *Weiterentwicklung des Halobienindexes für das Fließgewässer-Bewertungsverfahren für Makrophyten und Phytobenthos (PHYLIB) zur Unterstützung der Anforderungen von Bewertungspraxis und Maßnahmenplanung*. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirschaft, Küstenschutz und Naturschutz (NLWKN), 2022.

[6] I. Schönfelder u. a. *Anpassung des Fließgewässer-Bewertungsverfahrens für Makrophyten und Phytobenthos an die Anforderungen von Bewertungspraxis und Maßnahmenplanung (PHYLIB Fließgewässer) Teil 2 Implementierung und Abstimmung fachlicher Grundlagen*. Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2023.

[7] C. E. Shannon und W. Weaver. *The mathematical theory of communication*. Englisch. Chicago: University of Illinois Press, 1949.

[8] Bayerisches Landesamt für Umwelt. *Anforderungsprofil zur Erstellung eines DV-Tools für die Bewertung nach WRRL von Seen und Fließgewässern anhand der biologischen Komponenten Makrophyten und Phytobenthos – Erweiterungen und Ergänzungen 2015, Version 5.3*. 2015.

[9] K. van de Weyer und D. Stelzer. *Weitere Arbeiten zur Aktualisierung des Bewertungsverfahrens der PHYLIB - Teilkomponente Makrophyten Projekt-Nr. O 1.17*. Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2018.

[10] K. van de Weyer, D. Stelzer und Uwe Koenzen et al. *Anpassung und Aktualisierung des Bewertungsverfahrens für die PHYLIB-Teilkomponente Makrophyten*. Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), 2017.