



Phylib Fließgewässer 6

Technische Dokumentation

Datum: 18.11.2022

Version: 6.2.3

chromgruen

IMPRESSUM

PHYLIB 6

Technische Dokumentation

Andreas Müller

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

im Auftrag des Umweltbundesamtes

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1	Änderungshistorie	1
1.1	Änderungen in Version 6.2.3	1
1.2	Behobene Fehler in Version 6.2.2	1
1.3	Behobene Fehler in Version 6.2.1	1
Kapitel 2	Rahmenbedingungen	2
2.1	Technische Rahmenbedingungen	2
2.2	Entwicklungsumgebung	2
2.3	Verwendete Software	2
2.4	Systemvoraussetzungen	2
2.5	Konventionen	3
2.6	Versionsmanagement	3
2.7	Testgetriebene Entwicklung	4
Kapitel 3	Die Struktur von Phylib 6.x	5
3.1	Die Verzeichnisstruktur	5
3.2	Die Paketstruktur	5
3.3	Das Klassenmodell	6
3.4	Das Datenbankmodell	7
Kapitel 4	Implementierte Bewertungsregeln	8
4.1	Implementierung der Bewertungsmethodik	8
4.2	Makrophyten	9
4.3	Diatomeen	14
4.4	PoD	19
4.5	Gesamtbewertung	21
Kapitel 5	Schnittstellen	23
5.1	Eingabedatei	23
5.2	Schlüssellisten für die Eingabedatei	24
5.3	Ausgabedateien	24
5.4	Schlüssellisten für die Excel-Ausgabedatei	24
Anhang A	Schlüssellisten für die Eingabe	26
Anhang B	Schlüssellisten für die Ausgabe	30
Anhang C	Massenvorkommen von PoD-Taxa	31
Anhang D	Programmmeldungen	34
Anhang E	Lizenzen	36

Kapitel 1

Änderungshistorie

1.1 Änderungen in Version 6.2.3

1.1.1 Behobene Fehler

- Keine Ausgabe von TI/SI etc. wenn alle Diatomeentaxa als *cf* eingestuft sind.
- Ausgabe der Bewertung Makrophyten bei Makrophytenverödung.
- Ein Fehler bei der Kodierung der berechneten Helophytendominanz wurde behoben.
- Bei Massenvorkommen Diatomeen wurde die Ausgabe im Blatt *FAQHYD* korrigiert (DV-Nr. nun durch Leerzeichen getrennt).

1.1.2 Verbesserungen

- Ausgabe der Anzahl TI-Taxa/SI-Taxa im Blatt *FAQHYD*.
- Bei Proben mit begründeter Makrophytenverödung werden nun die folgenden Attribute ausgegeben:
Gesamtquantität submers, Quantität submers eingestuft, Anteil eingestufte Taxa, Anzahl submerser Taxa, Anzahl submerser und eingestufte Taxa

1.2 Behobene Fehler in Version 6.2.2

- Leere Einträge im Feld *Helophytendominanz* verursachten einen nicht abgefangenen Fehler (Nullpointer-Exception). Wurde behoben, indem in diesem Fall der Wert *unbekannt* gesetzt wird (siehe auch Tabelle [A.6](#))
- Die Ausgabe von Programmfehlern (in Datei *fehler.txt*) bei unerwarteten Fehlern wurde weiter verbessert.

1.3 Behobene Fehler in Version 6.2.1

- Ein Fehler beim Einlesen der Einheiten behoben.
- In einigen Fällen wurden Bemerkungen fälschlicherweise nicht ausgegeben. Dies wurde behoben.
- Eine Fehlermeldung korrigiert.
- Ein Fehler bei der Berechnung der Helophytendominanz wurde behoben.
- Ein Fehler bei der Kodierung der Helophytendominanz wurde behoben.
- Ein Fehler bei der Auswertung der Makrophytenverödung wurde behoben.
- ein Fehler beim Einlesen der Eingabedatei bzgl. Begründung Makrophytenverödung wurde behoben.
- Es wurde der Makrophytentyp *Mg* hinzugefügt. Dieser wird jedoch bei der Bewertung nicht berücksichtigt.
- Bei Diatomeen werden SI und TI für alle Typen berechnet und ausgegeben.
- Bei Massenvorkommen Diatomeen wurde die Ausgabe korrigiert (DV-Nr. durch Komma getrennt).
- Wenn Das Ergebnis der PoD nicht gesichert ist, soll keine zusätzliche Bemerkung ausgegeben werden.
- Ein Fehler bei der Abwertung MPhy wurde behoben (Typ MP: -20 auf -30 geändert).
- Ein Fehler bei der Auswertung der Biokomponente wurde behoben.
- Programmfehlern wurden nicht immer ausgegeben.

Kapitel 2

Rahmenbedingungen

Die Anwendung basiert auf der Verfahrensbeschreibung von Schaumburg et al. (2012) [1] sowie auf dem Anforderungsprofil des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (2015, unveröff.) [2].

Alle verwendeten Listen wurden aus *Phylib 5.3 Version Nov. 2015* exportiert.

2.1 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 9.6).

2.2 Entwicklungsumgebung

Als Entwicklungsumgebung wird Red Hat JBoss Developer Studio verwendet.

2.3 Verwendete Software

- **Java Development Kit**
Amazon Corretto 8 Version 1.8.0_242
- **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

2.4 Systemvoraussetzungen

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

2.5 Konventionen

2.5.1 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.

2.5.2 Variablen-, Klassen- und Paketnamen

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

2.6 Versionsmanagement

2.6.1 Versionskontrollsystem

Als Versionskontrollsystem wird Mercurial verwendet.

2.6.2 Versionsnummern

2.6.2.1 Versionsnummern der Software

2.6.2.1.1 Ausgangssituation Die Anwendung (Berechnungen, Schnittstellen, Taxa- und Schlüssellisten) basiert auf Phylib 5.3 (November 2015).

Die erste Online-Version erhält die Versionsnummer 6.0.

Jeder weitere Release, der keine relevanten Änderungen bei Berechnungen, Schnittstellen, Taxa- oder Schlüssellisten (gegenüber Phylib 5.3) umfasst, wurde bis Ende 2021 in der zweiten Stelle hochgezählt.

2.6.2.1.2 Konvention Ab 2022 gilt folgende Regel:

- Die Versionsnummer wird um eine dritte Stelle erweitert.
- Bei Änderungen gilt folgendes:
 - 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)

2.6.2.1.3 Operationalisierung im Versionskontrollsystem Jeder Release und jede Testversion werden mit der entsprechenden Versionsnummer getagged.

2.6.2.2 Versionsnummern der Datenbank

Ab 2022 wird auch die Datenbank versioniert.

Dazu wird das Ende 2021 gültige Datenbankschema als SQL-Datei gesichert und in das Versionskontrollsystem eingestellt.

Es gilt folgende Regel:

- Die Versionsnummer ist dreistellig.
- 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)

2.6.2.3 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.

2.6.2.4 Kennzeichnung der Ausgaben

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

2.6.3 Branching

Alternative Entwicklungszweige werden als Branches in das Versionskontrollsystem eingestellt. Versionsnummern für (Test-)Releases werden entsprechend der Art der Änderungen (s. 2.6.2.1) vergeben.

2.7 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 mindestens einen Unit-Test abzudecken.

Kapitel 3

Die Struktur von Phylib 6.x

Die folgenden Kapitel beschreiben die Verzeichnisstruktur, die Paketstruktur, die Klassenstruktur und das Datenmodell von Phylib 6.x.

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`),
- Sonstiges Phytobenthos (`pod`).

Diese Paketstruktur ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

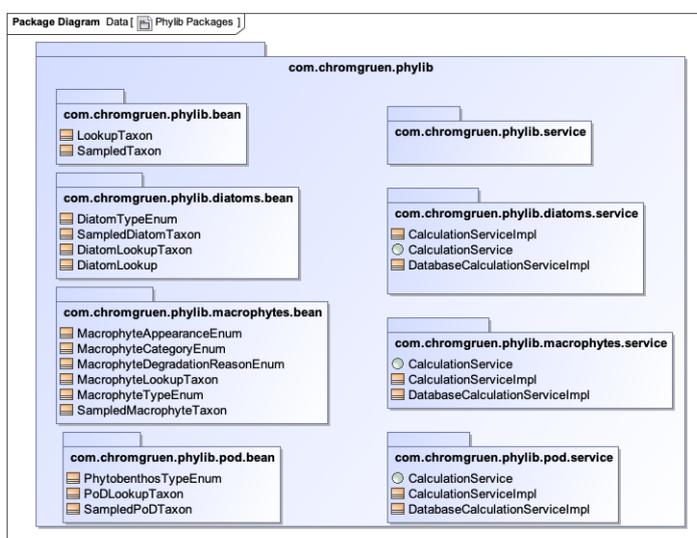


Abbildung 3.1: Paket-Struktur von Phylib 6.0

3.3 Das Klassenmodell

Das Klassenmodell von Phylib 6 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.

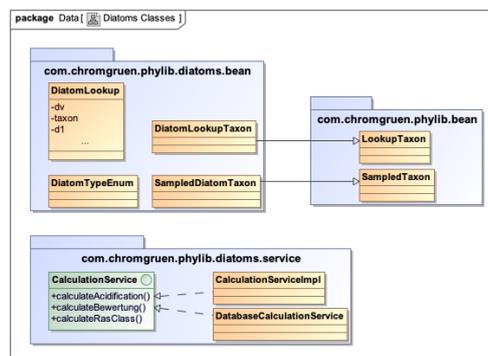


Abbildung 3.2: Klassenstruktur im Bereich Diatomeen

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

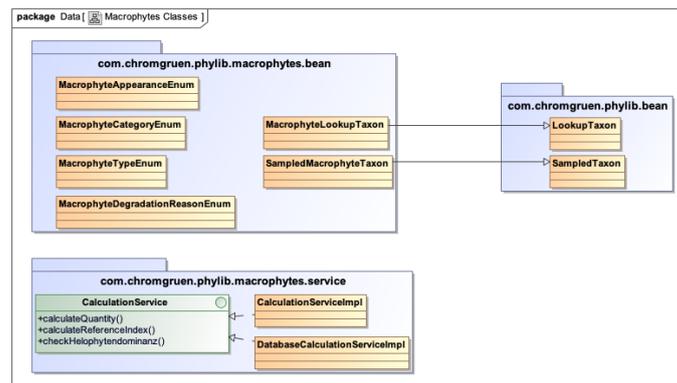


Abbildung 3.3: Klassenstruktur im Bereich Makrophyten

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

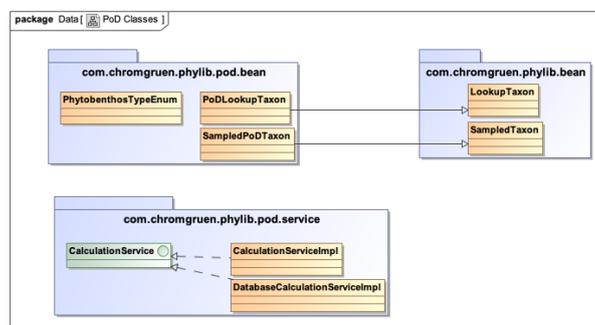


Abbildung 3.4: Klassenstruktur im Bereich PoD

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

The screenshot shows a JavaDoc-generated documentation interface. On the left side, there is a sidebar with two sections: 'All Classes' and 'All Packages'. The 'All Packages' section lists various packages under the 'com.chromgruen.phylib' namespace, including 'bean', 'by.bean', 'by.service', 'calc', 'diatoms.bean', 'diatoms.service', 'lookup', 'macrophytes.bean', 'macrophytes.service', and 'pod.bean'. The 'All Classes' section lists numerous class names, including 'AllTests', 'AmountUnitEnum', 'ArtenListTaxon', 'ArtgruppenService', 'ArtgruppenServiceImpl', 'BioComponentEnum', 'CalcTest', 'CalcTestLubw', 'CalculationService', 'CalculationServiceImpl', 'CalculationServiceImplDatabaseTest', 'CalculationServiceImplTest', 'DatabaseCalculationServiceImpl', 'DatabaseCalculationServiceImplTest', 'DatabaseService', 'DatabaseServiceImpl', 'DatabaseServiceImplTest', and 'DiatomeenArtgruppe'.

The main content area on the right is titled 'Packages' and displays a table with two columns: 'Package' and 'Description'. The table lists the following packages:

Package	Description
com.chromgruen.phylib.bean	
com.chromgruen.phylib.by.bean	
com.chromgruen.phylib.by.service	
com.chromgruen.phylib.calc	
com.chromgruen.phylib.diatoms.bean	
com.chromgruen.phylib.diatoms.service	
com.chromgruen.phylib.lookup	
com.chromgruen.phylib.macrophytes.bean	
com.chromgruen.phylib.macrophytes.service	
com.chromgruen.phylib.pod.bean	
com.chromgruen.phylib.pod.service	
com.chromgruen.phylib.service	

At the top and bottom of the main content area, there are navigation tabs: 'OVERVIEW', 'PACKAGE', 'CLASS', 'USE', 'TREE', 'DEPRECATED', 'INDEX', and 'HELP'. Below these tabs are links for 'PREV', 'NEXT', 'FRAMES', and 'NO FRAMES'.

Abbildung 3.5: Bildschirmfoto der Ansicht der mit javadoc erzeugten Dokumentation

3.4 Das Datenbankmodell

Phylib 6 verwendet eine PostgreSQL-Datenbank als Backend.

Kapitel 4

Implementierte Bewertungsregeln

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 Datei (Bewertete Messstellen in zwei Formaten, Taxalisten)

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 nur bei ausgewählten Berechnungskomponenten in die Berechnung einbezogen. Die Systematik ist in der folgenden Tabelle beschrieben.

Berücksichtigung	ja	nein	Modul
Referenzindex		X	Makrophyten
Gesamtquantität submerser Arten	X		Makrophyten
Prozentanteil indikativer Arten		X	Makrophyten
Gesamtzahl submerser Taxa	X		Makrophyten
Helophytendominanz	X		Makrophyten
Diversität	X		Makrophyten
Evenness	X		Makrophyten
Gesamtquantität Myriophyllum spicatum		X	Makrophyten
Gesamtquantität Ranunculus-Arten (nur submerse)	X		Makrophyten
Trophieindex		X	Diatomeen
Saprobienindex		X	Diatomeen
Versauerung		X	Diatomeen
Halobienindex		X	Diatomeen
Massenvorkommen typspezifische Referenzart		X	Diatomeen
Referenzartensumme		X	Diatomeen
Gesamtsumme Taxa (98-102%)	X		Diatomeen
Rote-Liste-Index		X	Diatomeen
Anteil planktische Taxa	X		Diatomeen
Anteil mit geringer Bestimmungstiefe	X		Diatomeen
Anteil aerophiler Taxa			Diatomeen
Bewertungsindex		X	Phytobenthos
Anzahl eingestufte Taxa		X	Phytobenthos
Quadrierte Häufigkeit > 16		X	Phytobenthos

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 Kriterien für eine gesicherte Bewertung

Die Bewertung ist laut [1] gesichert, wenn

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

4.2.3 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 4.2.2)
 - das Modul Makrophytenindex wird bei der Gesamtbewertung berücksichtigt (soweit nicht andere diesbezügliche Kriterien verletzt sind, siehe 4.2.2)

4.2.4 Berechnung des Referenzindex

Gemäß Anforderungsprofil (2015, S. 53) [2] gilt:

Zur Berechnung des Referenzindex werden ausschließlich die an der jeweiligen Probestelle submers oder flutend bzw. schwimmend vorkommenden Arten herangezogen. Amphiphytische Taxa gehen, bei untergetauchtem Wachstum, in die Bewertung ein, helophytisch wachsende Arten werden nur in Form des Zusatzkriteriums „Helophytendominanz“ berücksichtigt.

Die Implementierung erfolgt in der Methode `calculateRiOnly`.

4.2.5 Umrechnung der Pflanzenmengen in Quantitäten

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

$$Q = M^3 \quad (4.1)$$

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`.

4.2.6 Zuordnung der Taxa zu den Artengruppen

Die Makrophytentaxa sind typabhängig jeweils einer von drei Gruppen zugeordnet. 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	MP(G)	MRK	MRS	TNg	TNk	TNm	TRg	TRk	TRm
2000	Fontinalis antipyretica	B	B	A	B	B	B	B	A	A	A
2001	Potamogeton pectinatus	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2002	Potamogeton crispus	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
2003	Ranunculus fluitans	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A
2005	Myriophyllum spicatum	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B

Die Implementierung erfolgt in der Klasse `MakrophytenArtgruppe`.

4.2.7 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 **submersen** Arten aufsummiert. Die Berechnung erfolgt gemäß Formel 4.2.

$$Q_{tot} = \sum_{i=1}^n Q_i^3 \quad (4.2)$$

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

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

4.2.8 Ermittlung der Artenzahl submerser Taxa einer Probe

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

Kriterium:

Anzahl Taxa mit der Erscheinungsform „submers“ oder „flutend – Schwimmblatt“

4.2.9 Ermittlung der Helophytendominanz

Helophytendominanz ergibt sich entweder durch das entsprechende Attribut in den Kopfdaten.

Alternativ kann die Helophytendominanz aus den Messdaten ermittelt werden. Wenn das Gewässerbett eines Abschnitts durchgehend und dicht mit einer oder mehreren der in Tabelle 4.4 genannten, emers vorkommenden Arten bewachsen ist,

ist *Helophytendominanz* = true

Tabelle 4.4: Helophyten

DV-Nr	Taxon
2064	Glyceria maxima
2074	Phalaris arundinaceae
2022	Phragmites australis
2054	Sagittaria sagittifolia
2992	Sparganium emersum
2075	Sparganium erectum
2574	Urtica dioica

Die Berechnung erfolgt gemäß Formel 4.3.

$$Q_{Em} = \sum_{i=1}^n Em_i^3 \quad (4.3)$$

mit Q_{Em} : Gesamtquantität Helophyten-Arten, Em_i : Messwert des i-ten emersen Taxons, n : Gesamtzahl der emersen Makrophyten.

Bedingung für das Vorliegen von Helophytendominanz ist:

- Gesamtquantität submerser Arten < 50 und
- Gesamtquantität emerser Arten > 100

Liegt Helophytendominanz vor, so hat dies Auswirkungen auf die Ermittlung typspezifischen Besonderheiten (3.2.3).

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 den Kopfdaten wird verwendet*“

4.2.10 Berechnung der Diversität

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

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

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`.

4.2.11 Berechnung der Evenness

Die Evenness errechnet sich gemäß 4.5

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

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`.

4.2.12 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.

$$MS = \frac{MW_{MS}^3}{Q_{ges}} \times 100 \quad (4.6)$$

MS : prozentualer Anteil *Myriophyllum spicatum*, MW_{MS} : Messwert *Myriophyllum spicatum*, Q_{ges} : Gesamtquantität aller submersen 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.

$$RA = \frac{\sum_{j=1}^r MW_{RA_j}^3}{Q_{ges}} \times 100 \quad (4.7)$$

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

4.2.13 Berechnung des Referenzindex (RI)

Die Berechnung des Referenzindex erfolgt für alle Typen (MRK, MRS, MP(G), TRk, TRm, TRg, TNk, TNm, TNg) gleichermaßen nach Formel 4.8.

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

mit RI : Referenzindex, 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 Taxa.

Bei der Ermittlung der jeweiligen Häufigkeiten werden nur die Erscheinungsformen S, F_SB, S_F_SB berücksichtigt. Die Implementierung erfolgt in der Methode `calculateRiOnly`.

4.2.14 Stellen mit Makrophytenverödung

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

$$RI = RI - 100$$

Dieser Index geht dann in die Gesamtbewertung ein.

Die Implementierung erfolgt in der Methode `calculateReferenceIndex`.

4.2.15 Typspezifische Besonderheiten im Bewertungsverfahren

Sind die in den folgenden Abschnitten beschriebenen typspezifischen Zusatzkriterien erfüllt, wird der berechnete Referenzindex um das jeweils angegebene Maß vermindert. Es gilt jedoch, $RI \geq -100$.

Somit wird der ggf. verminderte Referenzindex jeweils abschließend nach folgender Formel transformiert: $RI = \max(RI_{neu}, -100)$.

4.2.15.1 Typ MRK

Keine Zusatzkriterien.

4.2.15.2 Typ MRS

Keine Zusatzkriterien.

4.2.15.3 Typen MP und MPG

In der Verfahrensanleitung als *Typ MP(G)* bezeichnet.

Zusatzkriterium „Mindestanzahl“:

WENN $RI > -70$ UND Taxazahl submerser Taxa < 4 DANN $RI = RI - 30$

4.2.15.4 Typ TRk

Zusatzkriterium „Helophytendominanz“:

WENN $RI \geq 0$ und Helophytendominanz = true DANN $RI = RI - 80$

4.2.15.5 Typ TRm

Zusatzkriterium „Helophytendominanz“:

Wie bei Typ TRk, aber

WENN $RI \geq -20$ und Helophytendominanz = true DANN $RI = RI - 80$

4.2.15.6 Typ TRg

Zusatzkriterium „Helophytendominanz“:

Wie bei Typ TRk, aber

WENN $RI \geq -40$ und Helophytendominanz = true DANN $RI = RI - 80$

4.2.15.7 Typ TNk

Zusatzkriterium „Helophytendominanz“:

Wie bei Typ TRk, aber

WENN $RI \geq 0$ und Helophytendominanz = true DANN $RI = RI - 80$

Wie oben

Zusatzkriterium „Mindestanzahl“:

WENN $RI \geq 0$ UND Taxazahl submerser Taxa < 5 DANN $RI = RI - 20$

Zusatzkriterium „Evenness“:

WENN $RI \geq 0$ UND Evenness $< 0,75$ DANN $RI = RI - 30$

Zusatzkriterium Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.*

WENN $RI \geq 0$ UND Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.* $> 60\%$
DANN $RI = RI - 80$

4.2.15.8 Typ TNm

Zusatzkriterium „Helophytendominanz“:

Wie bei Typ TRk, aber

WENN $RI \geq -20$ und Helophytendominanz = true DANN $RI = RI - 80$

Wie oben

Zusatzkriterium „Mindestartenzahl“:

WENN $RI \geq -20$ UND Taxazahl submerser Taxa < 5 DANN $RI = RI - 20$

Zusatzkriterium „Evenness“:

WENN $RI \geq -20$ UND Evenness < 0,75 DANN $RI = RI - 30$

Zusatzkriterium Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.*

WENN $RI \geq -20$ UND Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.* > 60%

DANN $RI = RI - 80$

4.2.15.9 Typ TNg

Zusatzkriterium „Mindestartenzahl“:

WENN $RI \geq -40$ UND Taxazahl submerser Taxa < 5 DANN $RI = RI - 20$

Zusatzkriterium „Evenness“:

WENN $RI \geq -40$ UND Evenness < 0,75 DANN $RI = RI - 30$

Zusatzkriterium Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.*

WENN $RI \geq -40$ UND Gesamtquantität von *Myriophyllum spicatum* und *Ranunculus spp.* > 60%

DANN $RI = RI - 80$

4.2.16 Beitrag des Moduls zur Gesamtbewertung

Der berechnete RI muss auf eine Skala von 0 bis 1 transformiert werden. Dies geschieht mit Formel 4.9 wobei die letzte Umformung der Vereinfachung dient und nicht in der Verfahrensanleitung steht).

$$M_{MP} = \frac{(RI + 100) \times 0.5}{100} = \frac{RI + 100}{200} \quad (4.9)$$

mit RI : Referenzindex, M_{MP} : normierter Referenzindex.

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 `makrophyten_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 „Trophie-Index und Saprobienindex“. Die Verschneidung dieser beiden Angaben führt zum Diatomeenindex.

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

- Anteil planktischer Diatomeen $\leq 5\%$

- Anteil aerophiler Diatomeen $\leq 5\%$
- Plausible Gesamthäufigkeit ([98%; 102%])
- Anteil Taxa mit geringer Bestimmungstiefe $\leq 5\%$

Ist eines der Kriterien erfüllt, gilt die Diatomeenprobe als nicht gesichert und kann nicht zur Gesamtbewertung herangezogen werden. Es muss eine entsprechende Meldung ausgegeben werden.

4.3.2.1 Anteil planktischer Arten

Der Anteil planktischer Diatomeen muss $\leq 5\%$ sein.

Zu den planktischen Taxa zählen alle Centrales (Sys-Gruppe) mit Ausnahme von *Melosira varians* (DV-Nr. 6005) sowie die Taxa aus Tabelle 4.5.

Tabelle 4.5: Zusätzlich aus der Bewertung auszuschließende Diatomeen (Systemgruppe Pennales)

DV-Nr	Taxon	Biokomponente
6142	Asterionella	P, D
6050	Asterionella formosa	P, D
6863	Asterionella formosa var. acaroides	P, D
16820	Asterionellopsis	P
16797	Asterionellopsis glacialis	P
16819	Asterionellopsis kariana	P
26929	Cylindrotheca closterium	P, D
16831	Delphineis surirella	P
6075	Fragilaria crotonensis	P
6215	Fragilaria reicheltii	P
6410	Fragilaria ulna angustissima-Sippen	P
6023	Nitzschia acicularis var. acicularis	P, D
16600	Nitzschia acicularis var. closterioides	P, D
16856	Nitzschia acicularis-Formenkreis	P, D
16394	Nitzschia behrei	P
16398	Nitzschia closterium	P
6806	Nitzschia fruticosa	P
16847	Pseudo-nitzschia	P
16659	Rhaphoneis	P
16812	Rhaphoneis amphiceros	P
6695	Surirella splendida	P
6074	Tabellaria fenestrata	P, D
16849	Thalassionema nitzschioides	P

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

$$98\% \leq GH \leq 102\% \quad (4.10)$$

4.3.2.4 Bestimmungstiefe

Die Summe der Häufigkeiten der Taxa mit einer geringen Bestimmungstiefe (taxonomische Einheit = 1, 2 oder 3, siehe Tabelle 4.6) und die Summe der Häufigkeiten der Taxa mit $cf = \text{wahr}$ muss $\leq 5\%$ sein.

Tabelle 4.6: Kodierung der taxonomischen Einheiten

Tax. Einheit	Alias
Art	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.

$$SP = \sum_{i=1}^k Abdz_i + \sum_{i=1}^n Abdz_i \quad (4.11)$$

k: Anzahl der allgemeinen Referenzarten n: Anzahl der typspezifischen Referenzarten

Def. *allgemeine Referenzart*: Liste der Arten in Tabelle 31: Allgemeine Referenzarten [1].

Def. *typspezifische Referenzart*: Liste der Arten in Tabelle 30: Typspezifische Referenzarten [1].

Es erfolgt eine Abwertung der Referenzartensumme bei Massenvorkommen einer typspezifischen Referenzart (> 40%) in Fließgewässern der Mittelgebirge und des Norddeutschen Tieflandes (Diatomeentypen D 5 bis D 13, inklusive Subtypen).

Tabelle 4.7: Abwertung des RAS

Summenprozent der typspezifischen Referenzart	Abwertung um
76 bis 100	- 30
51 bis 75	- 25
41 bis 50	- 20

4.3.4 Bewertungsmodul „Nährstoffbewertung“

In diesem Modul werden der Trophie- bzw. Saprobieindex berechnet.

Für die Berechnung von Trophie- bzw. Saprobienindex gibt es kein Sicherungskriterium. Daher wird die Anzahl der in den Index eingegangenen Arten ausgegeben.

4.3.4.1 Trophieindex

Die Trophiewerte der einzelnen Arten finden sich in der Taxaliste. Diese Berechnung wird für die Typen mit den Codes 1 bis 12, 14, 28, 29, 30, 31 und 32 nach Formel 4.12 durchgeführt.

$$TI = \frac{\sum_{i=1}^n TW_i \times GT_i \times H_i}{\sum_{i=1}^n GT_i \times H_i} \quad (4.12)$$

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

ACHTUNG: Abweichend von *Phylib* 5.3 wird der Trophieindex für alle Diatomeen-Typen berechnet und ausgegeben.

4.3.4.2 Saprobienindex

Die Saprobiewerte der einzelnen Arten finden sich in der Taxaliste. Diese Berechnung wird für die Typen mit den Codes 13 und 33 nach Formel 4.13 durchgeführt.

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^n SW_i \times GS_i \times H_i}{\sum_{i=1}^n GS_i \times H_i} \quad (4.13)$$

mit SI : Saprobieindex, SW_i : Saprobiewert der Art i , GS_i : Indikationsgewicht Saprobie der Art, H_i : Häufigkeit der Art i in Prozent, n : Anzahl eingestufte Taxa (mit Saprobiewert)

ACHTUNG: Abweichend von *Phylib* 5.3 wird der Saprobienindex für alle Diatomeen-Typen berechnet und ausgegeben.

4.3.5 Berechnung des Diatomeenindex

Der Diatomeenindex wird aus den Ergebnissen der Module „Artenzusammensetzung/Abundanz“ und „Nährstoffbewertung“ ermittelt. Dazu sind die Module zu normieren.

$$M_{RA} = \frac{S_{RA}}{100} \quad (4.14)$$

M_{RA} : Modul Messwertsumme Referenzarten, S_{RA} : Messwertsumme der typspezifischen Referenzarten.

$$M_{TI} = 1 - \frac{TI - 0,3}{3,6} \quad (4.15)$$

M_{TI} : Modul Trophie-Index, TI : berechneter Trophie-Index.

$$M_{SI} = 1 - \frac{SI - 1}{2,8} \quad (4.16)$$

M_{SI} : Modul Saprobien-Index, SI : berechneter Saprobien-Index.

Der Diatomeenindex errechnet sich dann für die Typen mit den Codes 1 bis 12, 14 und 28 bis 32:

$$DI = \frac{M_{RA} + M_{TI}}{2} \quad (4.17)$$

DI : Diatomeenindex, M_{RA} : Modul Messwertsumme Referenzarten, M_{TI} : Modul Trophie-Index

Für den Typ mit den Codes 13 und 33 ergibt sich:

$$DI = \frac{M_{RA} + M_{SI}}{2} \quad (4.18)$$

DI : Diatomeenindex, M_{RA} : Modul Messwertsumme Referenzarten, M_{SI} : Modul Saprobien-Index

4.3.6 Bewertungsmodul „Versauerungszeiger“

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

$$S_V = \sum_{i=1}^n tV_i \quad (4.19)$$

S_V : Messwertsumme der Versauerungszeiger, tV_i : Messwert Versauerungszeiger i , n : Anzahl Versauerungszeiger.

In Abhängigkeit von der Häufigkeit der Versauerungszeiger wird eine Abstufung der für die aus der gesamten Bio-komponente Makrophyten & Phytobenthos ermittelten ökologischen Zustandsklasse vorgenommen.

Tabelle 4.8: 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 4.9: Indikatoren anthropogener Versauerung (Versauerungszeiger)

DV-Nr.	Name	Autor
6253	Achnanthes helvetica	(HUSTEDT) LANGE-BERTALOT
6975	Eunotia exigua	(BREBISSON) RABENHORST
6214	Eunotia incisa	GREGORY
6375	Eunotia rhomboidea	HUSTEDT
6383	Eunotia tenella	(GRUNOW) HUSTEDT
6513	Navicula mediocris	KRASSKE
6543	Navicula soehrensii	KRASSKE
16074	Pinnularia silvatica	PETERSEN
6126	Pinnularia subcapitata var. subcapitata	GREGORY
6665	Pinnularia subcapitata var. hilseana	(JANISCH) O.MUELLER

4.3.7 Bewertungsmodul „Versalzung“

Das Modul „Versalzung“ wird auf alle Gewässertypen angewandt und findet in der Gesamtbewertung Berücksichtigung unabhängig davon, wie viele Module hier relevant sind.

Dazu wird der Halobienindex berechnet. Liegt sein Wert über 15 erfolgt eine Abwertung des klassifizierten Ergebnisses um eine Klasse.

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{n_{hmp}} A(HMP)_i - \sum_{i=1}^{n_{hx}} A(HX)_i}{\sum_{i=1}^{n_h} A_i} \times 100 \quad (4.20)$$

n_{hmp} : Anzahl Taxa der Halobiengruppe halophile, mesohalobe und polyhalobe Taxa (HMP), n_{hx} : Anzahl Taxa der Halobiengruppe haloxene Taxa (HX), n_h : Gesamtzahl aller Diatomeen-Taxa, $A(HMP)_i$: Abundanz des Taxons i aus der Halobiengruppe HMP, $A(HX)_i$: Abundanz des Taxons i aus der Halobiengruppe HX, A_i : Abundanz des Taxons i.

Zur Ermittlung des Halobienindex muss die prozentuale Häufigkeit nach Tabelle 4.10 in Abundanzklassen umgerechnet werden

Tabelle 4.10: Umwandlung der prozentualen Häufigkeiten in Abundanzklassen

Häufigkeit [%]	Abundanzklasse
$x \leq 1,0$	2
$1,0 < x \leq 2,5$	3
$2,5 < x \leq 10,0$	5
$10,0 < x \leq 25,0$	7
$x > 25,0$	9

4.3.8 Vorkommen von Arten der Roten Liste

Für die in den Messwerten vorkommenden Diatomeen wird der Rote Liste – Index (RLI) nach Gleichung 4.21 ermittelt.

$$H = \frac{7 \times \sum RL0_i + 6 \times \sum RL1_i + 5 \times \sum RL2_i + 4 \times \sum RL3_i + 3 \times \sum RLG_i + 2 \times \sum RLR_i}{7 \times \sum RL0_i + 6 \times \sum RL1_i + 5 \times \sum RL2_i + 4 \times \sum RL3_i + 3 \times \sum RLG_i + 2 \times \sum RLR_i + \sum RL6_i} \quad (4.21)$$

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

Die folgenden Tabellen enthalten die Schlüssellisten für die folgenden Attribute

- Bewertung - Grenzen zur Klassifizierung des Referenzartenindex
- Bewertung - Grenzen zur Klassifizierung des Trophieindex
- Bewertung - Grenzen zur Klassifizierung des Saprobienindex

Tabelle 4.11: Schlüsselliste Grenzen zur Klassifizierung des Referenzartenindex

Ökoregion	Typcode (D)	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Alpen	D 1.1	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Alpen	D 1.2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Alpenvorland	D 2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Alpenvorland	D 3	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Alpenvorland	D 4	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 5	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 6	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 7	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 8.1	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 8.2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 9.1	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 9.2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 10.1	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Mittelgebirge	D 10.2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Norddeutsches Tiefland	D 10.2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Norddeutsches Tiefland	D 11.1	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Norddeutsches Tiefland	D 11.2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Norddeutsches Tiefland	D 12.1	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Norddeutsches Tiefland	D 12.2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Norddeutsches Tiefland	D 13.1	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00
Norddeutsches Tiefland	D 13.2	1,00 >= x > 0,75	0,75 >= x > 0,50	0,50 >= x > 0,25	0,25 >= x > 0,01	0,01 >= x >= 0,00

4.4 PoD

4.4.1 Kriterien für eine gesicherte Bewertung

Damit eine Bewertung als gesichert gilt, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Die Summe der quadrierten Häufigkeiten aller bewerteten Taxa beträgt mindestens 17.
- Die Gesamtzahl aller eingestuft Taxa muss mindestens betragen.

Die Summe der quadrierten Häufigkeiten wird gemäß Formel 4.22 berechnet.

$$SQH = \sum_{i=1}^{n_A} A(A)_1^2 + \sum_{i=1}^{n_B} A(B)_1^2 + \sum_{i=1}^{n_C} A(C)_1^2 + \sum_{i=1}^{n_D} A(D)_1^2 \quad (4.22)$$

Tabelle 4.12: Schlüsselliste Grenzen zur Klassifizierung des Trophieindex

Ökoregion	Typcode (D)	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Alpen	D 1.1	$x > 0,63$	$x > 0,46$	$x > 0,27$	$x > 0,16$	$x \geq 0,00$
Alpen	D 1.2	$x > 0,57$	$x > 0,26$	$x > 0,23$	$x > 0,16$	$x \geq 0,00$
Alpenvorland	D 2	$x > 0,79$	$x > 0,52$	$x > 0,19$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Alpenvorland	D 3	$x > 0,57$	$x > 0,34$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Alpenvorland	D 4	$x > 0,69$	$x > 0,36$	$x > 0,27$	$x > 0,16$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 5	$x > 0,57$	$x > 0,34$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 6	$x > 0,45$	$x > 0,28$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 8.1	$x > 0,35$	$x > 0,26$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 9.1	$x > 0,83$	$x > 0,58$	$x > 0,19$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 7	$x > 0,45$	$x > 0,28$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 9.2	$x > 0,65$	$x > 0,50$	$x > 0,13$	$x > 0,10$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 8.2	$x > 0,35$	$x > 0,26$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 10.1	$x > 0,45$	$x > 0,32$	$x > 0,23$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Mittelgebirge	D 10.2	$x > 0,43$	$x > 0,28$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Norddeutsches Tiefland	D 11.1	$x > 0,61$	$x > 0,40$	$x > 0,25$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Norddeutsches Tiefland	D 12.1	$x > 0,45$	$x > 0,34$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Norddeutsches Tiefland	D 11.2	$x > 0,61$	$x > 0,40$	$x > 0,25$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Norddeutsches Tiefland	D 8.1	$x > 0,35$	$x > 0,26$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$
Norddeutsches Tiefland	D 12.2	$x > 0,45$	$x > 0,34$	$x > 0,21$	$x > 0,14$	$x \geq 0,00$

Tabelle 4.13: Schlüsselliste Grenzen zur Klassifizierung des Saprobienindex

Ökoregion	Typcode (D)	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
Norddeutsches Tiefland	D 13.1	$x > 0,79$	$x > 0,69$	$x > 0,62$	$x > 0,26$	$x \geq 0,00$
Norddeutsches Tiefland	D 13.2	$x > 0,79$	$x > 0,69$	$x > 0,62$	$x > 0,26$	$x \geq 0,00$

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 4.23 berechnet.

$$NPH = n_A + n_B + n_C + n_D \quad (4.23)$$

NPH : Gesamtzahl aller eingestuft 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

4.4.2 Ermittlung des Bewertungsindex

Der Bewertungsindex wird nach Formel 4.24 berechnet.

$$BI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} A(A)_i^2 + \frac{1}{2} \times \sum_{i=1}^{n_B} A(B)_i^2 - \frac{1}{2} \times \sum_{i=1}^{n_C} A(C)_i^2 - \sum_{i=1}^{n_D} A(D)_i^2}{\sum_{i=1}^{n_A} A(A)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_B} A(B)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_C} A(C)_i^2 + \sum_{i=1}^{n_D} A(D)_i^2} \times 100 \quad (4.24)$$

BI: Bewertungsindex

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.

Bewertungsrelevanz:

- Ist die Gesamtzahl aller eingestufteten Taxa $NPH \geq 5$ gilt der ermittelte Bewertungsindex als gesichert und kann in die Gesamtbewertung eingehen.
- Ist die Gesamtzahl aller eingestufteten Taxa $NPH < 5$ und die Summe der quadrierten Häufigkeiten $SQH \leq 16$, so gilt der ermittelte Bewertungsindex ebenfalls als gesichert und kann in die Gesamtbewertung eingehen.

4.4.3 Berücksichtigung von Massenvorkommen

Bei einigen eingestufteten Taxa führt ein Massenvorkommen (Häufigkeitsklasse 5) typabhängig zu einer Änderung der Artgruppe. Es ist zu prüfen, ob für das entsprechende Taxon die Häufigkeitsklasse 5 auftritt. Dann geht das Taxon in die Berechnung die Einstufung in der Spalte „Artgruppe bei HK5“ ein (vgl. Tabelle C.1). Ist die $HK < 5$ bleibt die Einstufung der Spalte „Artgruppe bei HK1 bis HK4“.

4.4.4 Berücksichtigung des Taxons Chantransia-Stadien

Das Taxon *Chantransia-Stadien* (DV-Nr 7095) soll nicht in die Berechnung eingehen, wenn die in Tabelle 4.14 genannten Taxa mit einer Häufigkeit ≥ 3 im Befund enthalten sind.

4.5 Gesamtbewertung

4.5.1 Vorbemerkungen

Die Einzelergebnisse der biologischen Komponenten müssen auf eine Skala von 0 – 1 umgerechnet werden (mit Ausnahme der Diatomeen, bei denen dies bereits der Fall ist).

4.5.2 Makrophyten-Phytobenthos Index Fließgewässer MPFG

Der Makrophyten-Phytobenthos-Index ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der gesicherten Ergebnisse Teilkomponenten. Die Ökologische Zustandsklasse ist getrennt nach Ökoregionen zu ermitteln.

Tabelle 4.14: Nichtberücksichtigung des Taxons mit der DV-Nr 7095 (Chantransia-Stadien)

DV-Nr.	Taxon
7012	Batrachospermum
7529	Batrachospermum anatinum
17263	Batrachospermum atrum
7530	Batrachospermum confusum
7531	Batrachospermum gelatinosum
7617	Batrachospermum helminthosum
7072	Batrachospermum moniliforme
7532	Batrachospermum turfosum
7722	Batrachospermum vagum
7533	Batrachospermum virgatum (synonym zu 7617)
7074	Lemanea
17667	Lemanea / Paralemanea
7116	Lemanea annulata
7117	Lemanea fluviatilis
17658	Lemanea fucina
17423	Paralemanea
17007	Paralemanea annulata
17264	Paralemanea catenata
17421	Thorea
17008	Thorea hispida
7735	Thorea ramosissima

4.5.3 Überprüfung der Gesamtbewertung anhand zusätzlicher Kriterien

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 mit dem Code 6 bis 8 (Typen D 5, D 6, D 7) sowie 14 und 31 (D 11.1 und D 11.2).

In Abhängigkeit von der Summenhäufigkeit der Versauerungszeiger (siehe Kapitel 4.3.6) müssen die in Tabelle 4.15 dargestellten Abwertungen der Bewertungsklasse vorgenommen werden.

Tabelle 4.15: 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 Modul Versalzung (siehe Kapitel 4.3.7) muss für alle Typen die entsprechende Korrektur der Gesamtbewertungsklasse durchgeführt werden (siehe Formel 4.25).

$$HI > 15 \wedge Z \leq 4 \Rightarrow Z = Z + 1 \quad (4.25)$$

mit HI: Halobienindex, Z: Gesamtbewertungsklasse.

Kapitel 5

Schnittstellen

5.1 Eingabedatei

Der Import der erforderlichen Daten erfolgt als Excel-Mappe mit zwei Arbeitsblättern.

Bezeichnungen und Reihenfolge der Attribute sind einzuhalten!

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 : / ? # [] @ ! \$ & ' () * + , ; =
- 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 5.1 sind die zu importierenden Attribute der Messstellen dargestellt.

Tabelle 5.1: Fließgewässer-Kopfdaten

Bezeichnung	Wert	Leerwert möglich	Feldlänge
Messstelle	Messstellen-Identifikation	Nein	40
Ökoregion	Schlüsselliste	Nein	
Diatomeentyp	Schlüsselliste	Nein	
Makrophytentyp	Schlüsselliste	Nein	
Phytobenthostyp	Schlüsselliste	Nein	
WRRL-Typ	Schlüsselliste	Nein	
Makrophytenverödung	Schlüsselliste	Ja (kein Eintrag wird als <i>nein</i> interpretiert)	
Begründung Verödung	Schlüsselliste	Nein, wenn <i>Makrophytenverödung</i> = <i>ja</i>	
Helophyten Dominanz	Schlüsselliste	Ja	
Gesamtdeckungsgrad	Zahl [%]	ja	

In Tabelle 5.2 sind die zu importierenden Attribute der Messwerte (= Taxafunde) dargestellt.

Tabelle 5.2: Fließgewässer-Messwerte

Bezeichnung	Wert	Leerwert möglich	Länge
Messstelle	Freitext	Nein	40
Probe	Freitext	Nein	
Taxon	DV-Nr.	Nein	
Form	Schlüsselliste	Nein	
Einheit	Schlüsselliste	Nein	
Messwert	Zahl	Nein	
cf	Schlüsselliste	Ja (kein Eintrag wird als <i>nein</i> interpretiert)	

5.2 Schlüssellisten für die Eingabedatei

Die Schlüssellisten für die folgenden Attribute sind im Anhang dargestellt.

- 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 in zwei verschiedenen Dateiformaten und Strukturen ausgegeben, als Excel-Datei (.xlsx) und als JSON-Datei (.json).

5.3.1 Ausgabe im Excel-Format

Die ausgegebene Excel-Datei besteht aus drei Arbeitsblättern:

- Blatt „Ergebnisse“: enthält die Bewertungsergebnisse im Standardformat (Profil *wbt* in Phylib 5.3)
- Blatt „Ergebnisse_FAQHYD“: enthält die Bewertungsergebnisse im Format des Profils *faqhyd* in Phylib 5.3)
- Blatt „Taxa“: Liste aller eingelesenen Taxa mit taxaspezifischen Attributen und ggf. Bemerkungen

5.3.2 Ausgabe im JSON-Format

Die JavaScript Object Notation (JSON) ist strukturiertes Textformat für den Datenaustausch zwischen Anwendungen. Das Format bildet die interne Objekthierarchie ab (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
- Halobie

Key	Type
▼ Root	Array
▼ Item[0]	Object
▼ s	Object
▼ id	Object
▼ samplingPoint	Object
A id	String
▼ typeInfo	Object
A ecoregion	String
A diatomType	String
A phytobenthosType	String
A macrophyteType	String
A wfdType	String
2 coverRatio	Number
✓ macrophyteDegradation	Boolean
A reason	String
X helophyteDominance	Null
✓ hasDiatomTypeSample	Boolean
✓ hasMacrophyteTypeSample	Boolean
✓ hasPoDTypeSample	Boolean
2 macrophyteDegradationInt	Number
A sampleId	String
▼ taxa	Array
▼ Item[0]	Object
A dvNr	String
A name	String
X bemerkung	Null
✓ auffaellig	Boolean
✓ fehlerhaft	Boolean
A unit	String
✓ cf	Boolean
2 amount	Number
valueCategories	Object
✓ evaluable	Boolean
▶ Item[1]	Object
▶ Item[2]	Object

Abbildung 5.1: 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 Niedrigungsgewässer
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

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
15	PB_1	Phytobenthos ohne Diatomeen	FALSCH	WAHR
16	PB_2	Phytobenthos ohne Diatomeen	FALSCH	WAHR
20	MRK	Makrophyten	WAHR	WAHR
21	MRS	Makrophyten	WAHR	WAHR
22	MPG	Makrophyten	WAHR	WAHR
23	MP	Makrophyten	WAHR	WAHR
24	TNm	Makrophyten	WAHR	WAHR
25	Mg	Makrophyten	FALSCH	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
39	PB 3	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
40	PB 4	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
41	PB 5	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
42	PB 6	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
45	PB 9	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
46	PB 10	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
47	PB 11	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
48	PB 12	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
49	PB 1	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR
50	PB 2	Phytobenthos ohne Diatomeen	WAHR	WAHR

Tabelle A.4: Makrophytenverödung

Wert in Excel-Datei	Code-Nr.	Bedeutung
<i>1</i> <i>ja</i> <i>WAHR</i> <i>wahr</i>	1	Makrophytenverödung
<i>leere Zelle</i> <i>0</i> <i>nein</i> <i>FALSCH</i> <i>falsch</i> <i>anderer Wert</i>	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
<i>leere Zelle</i> <i>0</i>	0	unbekannt
<i>1</i>	1	nein
<i>2</i>	2	ja

Tabelle A.7: Biologische Einheiten

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

Tabelle A.8: Erscheinungsformen von Makrophyten

Code-Nr.	Erscheinungsform (Kurznahme)	Erscheinungsform (Langname)
256	o.A.	ohne Angabe
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
22	V
0	-

Tabelle B.2: Schlüsselliste Halobie

Code-Nr.	Kurzbezeichnung	Langbezeichnung
1	hmp	Halophile, mesohalobe und polyhalobe Taxa
2	hx	Haloxene Taxa

Anhang

Massenvorkommen von PoD-Taxa

Tabelle C.1: Massenvorkommen von PoD-Taxa

DV-Nr.	Taxon	Typ	Artgruppe bei HK1 bis HK4	Artgruppe bei HK5
7000	Cladophora	PB 10	B	C
7549	Cladophora fracta	PB 10	B	C
7114	Cladophora glomerata	PB 10	B	C
7668	Cladophora rivularis	PB 10	B	C
7108	Hydrodictyon reticulatum	PB 10	B	C
7115	Rhizoclonium hieroglyphicum	PB 10	B	C
7013	Spirogyra	PB 10	B	C
17639	Spirogyra crassa	PB 10	B	C
7104	Spirogyra gracilis	PB 10	B	C
7703	Spirogyra majuscula	PB 10	B	C
7166	Spirogyra pellucida	PB 10	B	C
7002	Vaucheria	PB 10	B	C
7665	Vaucheria canalicularis	PB 10	B	C
7664	Vaucheria cruciata	PB 10	B	C
17118	Vaucheria debaryana	PB 10	B	C
7562	Vaucheria geminata	PB 10	B	C
17033	Vaucheria pseudogeminata	PB 10	B	C
7666	Vaucheria racemosa	PB 10	B	C
17120	Vaucheria sessilis	PB 10	B	C
7000	Cladophora	PB 11	B	C
7114	Cladophora glomerata	PB 11	B	C
7108	Hydrodictyon reticulatum	PB 11	B	C
7115	Rhizoclonium hieroglyphicum	PB 11	B	C
7013	Spirogyra	PB 11	B	C
17639	Spirogyra crassa	PB 11	B	C
7104	Spirogyra gracilis	PB 11	B	C
7703	Spirogyra majuscula	PB 11	B	C
7166	Spirogyra pellucida	PB 11	B	C
7002	Vaucheria	PB 11	B	C
7665	Vaucheria canalicularis	PB 11	B	C
7664	Vaucheria cruciata	PB 11	B	C
17118	Vaucheria debaryana	PB 11	B	C
7562	Vaucheria geminata	PB 11	B	C
17033	Vaucheria pseudogeminata	PB 11	B	C
7666	Vaucheria racemosa	PB 11	B	C
17120	Vaucheria sessilis	PB 11	B	C
7000	Cladophora	PB 12	B	C
7114	Cladophora glomerata	PB 12	B	C
7002	Vaucheria	PB 12	B	C

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle C.1 – Fortsetzung von der vorherigen Seite

DV-Nr.	Taxon	Typ	Artgruppe bei HK1 bis HK4	Artgruppe bei HK5
7665	Vaucheria canalicularis	PB 12	B	C
7664	Vaucheria cruciata	PB 12	B	C
17118	Vaucheria debaryana	PB 12	B	C
7562	Vaucheria geminata	PB 12	B	C
17033	Vaucheria pseudogeminata	PB 12	B	C
7666	Vaucheria racemosa	PB 12	B	C
17120	Vaucheria sessilis	PB 12	B	C
7000	Cladophora	PB 2	B	C
7114	Cladophora glomerata	PB 2	B	C
7013	Spirogyra	PB 2	B	C
17639	Spirogyra crassa	PB 2	B	C
7104	Spirogyra gracilis	PB 2	B	C
7703	Spirogyra majuscula	PB 2	B	C
7166	Spirogyra pellucida	PB 2	B	C
7108	Hydrodictyon reticulatum	PB 3	B	C
7013	Spirogyra	PB 3	B	C
17639	Spirogyra crassa	PB 3	B	C
7104	Spirogyra gracilis	PB 3	B	C
7703	Spirogyra majuscula	PB 3	B	C
7166	Spirogyra pellucida	PB 3	B	C
7000	Cladophora	PB 4	B	C
7549	Cladophora fracta	PB 4	B	C
7114	Cladophora glomerata	PB 4	B	C
7668	Cladophora rivularis	PB 4	B	C
7115	Rhizoclonium hieroglyphicum	PB 4	B	C
7013	Spirogyra	PB 4	B	C
17639	Spirogyra crassa	PB 4	B	C
7104	Spirogyra gracilis	PB 4	B	C
7703	Spirogyra majuscula	PB 4	B	C
7166	Spirogyra pellucida	PB 4	B	C
7002	Vaucheria	PB 4	B	C
7665	Vaucheria canalicularis	PB 4	B	C
7664	Vaucheria cruciata	PB 4	B	C
17118	Vaucheria debaryana	PB 4	B	C
7562	Vaucheria geminata	PB 4	B	C
17033	Vaucheria pseudogeminata	PB 4	B	C
7666	Vaucheria racemosa	PB 4	B	C
17120	Vaucheria sessilis	PB 4	B	C
7000	Cladophora	PB 5	B	C
7114	Cladophora glomerata	PB 5	B	C
7668	Cladophora rivularis	PB 5	B	C
7013	Spirogyra	PB 5	B	C
17639	Spirogyra crassa	PB 5	B	C
7104	Spirogyra gracilis	PB 5	B	C
7703	Spirogyra majuscula	PB 5	B	C

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Tabelle C.1 – Fortsetzung von der vorherigen Seite

DV-Nr.	Taxon	Typ	Artgruppe bei HK1 bis HK4	Artgruppe bei HK5
7166	<i>Spirogyra pellucida</i>	PB 5	B	C
7000	<i>Cladophora</i>	PB 6	B	C
7549	<i>Cladophora fracta</i>	PB 6	B	C
7114	<i>Cladophora glomerata</i>	PB 6	B	C
7668	<i>Cladophora rivularis</i>	PB 6	B	C
7115	<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	PB 6	B	C
7013	<i>Spirogyra</i>	PB 6	B	C
17639	<i>Spirogyra crassa</i>	PB 6	B	C
7104	<i>Spirogyra gracilis</i>	PB 6	B	C
7703	<i>Spirogyra majuscula</i>	PB 6	B	C
7166	<i>Spirogyra pellucida</i>	PB 6	B	C
7108	<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	PB 9	B	C
7013	<i>Spirogyra</i>	PB 9	B	C
17639	<i>Spirogyra crassa</i>	PB 9	B	C
7104	<i>Spirogyra gracilis</i>	PB 9	B	C
7703	<i>Spirogyra majuscula</i>	PB 9	B	C
7166	<i>Spirogyra pellucida</i>	PB 9	B	C
7002	<i>Vaucheria</i>	PB 9	B	C
7665	<i>Vaucheria canalicularis</i>	PB 9	B	C
7664	<i>Vaucheria cruciata</i>	PB 9	B	C
17118	<i>Vaucheria debaryana</i>	PB 9	B	C
7562	<i>Vaucheria geminata</i>	PB 9	B	C
17033	<i>Vaucheria pseudogeminata</i>	PB 9	B	C
7666	<i>Vaucheria racemosa</i>	PB 9	B	C
17120	<i>Vaucheria sessilis</i>	PB 9	B	C

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 uz bei der Bewertungs erkannten Problemen oder zu Zwischen- und Endergebnissen der Bewertung.

Tabelle D.1: Fehlermeldungen

Bemerkung	Erläuterung
Fehler bei Einlesen der Probestellen. Blatt <i>Messwerte</i> nicht vorhanden.	Das Arbeitsblatt <i>Messwerte</i> fehlt in der Eingabedatei oder es ist falsch benannt.
Fehler bei Einlesen der Probestellen. Blatt <i>Messstellen</i> nicht vorhanden.	Das Arbeitsblatt <i>Messstellen</i> fehlt in der Eingabedatei oder es ist falsch benannt.
Spaltenkopf: <i>SPALTE</i> nicht vorhanden	Eine vom Programm erwartete Spalte mit Name <i>SPALTE</i> ist nicht vorhanden oder falsch benannt.
Falscher Spaltenkopf <i>SPALTE GELESEN</i> Erwartet <i>SPALTE AUS LISTE</i>	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.
Fehler bei der Berechnung von Gesamtbewertung Dezimal <i>Proben-ID</i>	Die Gesamtbewertung kann nicht berechnet werden, weil die Liste der Klassengrenzen eine ungültige Länge aufweist.
Mehrere passende Typkombinationen gefunden für Probe <i>Proben-ID</i>	Für die Probe konnte keine eindeutige Typkombination gefunden werden.
Liste Typkombinationen leer für Probe <i>Proben-ID</i> DT <i>Diatomen-Typ</i> MT <i>Makrophyten-Typ</i> PT <i>Phytobenthos-Typ</i>	Für die Probe konnte keine Typkombination gefunden werden.
Probe ist NULL.	Die Probe enthält kein Daten.
Probestelle in Probe <i>Proben-ID</i> ist nicht gesetzt.	Der Probe konnte keine Messstelle zugeordnet werden.
Typinformation für Probe <i>Proben-ID</i> 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 D.2: Bewertungsbezogene Bemerkungen

Bemerkung	Erläuterung
Für <i>Ökoregion</i> und Gewässertyp [D] = <i>Diatomentyp</i> Gewässertyp [MP] = <i>Makrophyten-Typ</i> Gewässertyp [PB] = <i>Phytobenthos-Typ()</i> kann keine ÖZ ermittelt werden.	Für die Messstelle wurde eine ungültige bzw. nicht in der Verfahrensbeschreibung definierte Typkombination angegeben.
Anteil aerophiler Arten > 5% → Modul Diatomeen nicht gesichert	Vgl. Kapitel 4.3.2.2
Anteil Arten mit geringer Bestimmungstiefe > 5% → Modul Diatomeen nicht gesichert	Vgl. Kapitel 4.3.2.4
Anteil planktischer Arten > 5% → Modul Diatomeen nicht gesichert	Vgl. Kapitel 4.3.2.1
nicht $98\% \leq \text{Gesamthufigkeit} \leq 102\%$ → Modul Diatomeen nicht gesichert	Vgl. Kapitel 4.3.2.3
Gewässertyp = <i>Diatomen-Typ</i> und typspezifische Referenzart > 40% → SRA = SRA - 20	Abwertung wg. Massenvorkommen, siehe Kapitel 4.3.3
Gewässertyp = <i>Diatomen-Typ</i> und typspezifische Referenzart > 50% → SRA = SRA - 25	Abwertung wg. Massenvorkommen, siehe Kapitel 4.3.3
Gewässertyp = <i>Diatomen-Typ</i> und typspezifische Referenzart > 75% → SRA = SRA - 30	Abwertung wg. Massenvorkommen, siehe Kapitel 4.3.3
RAS-Klasse: Für <i>Ökoregion</i> und Gewässertyp (D) = <i>Diatomen-Typ</i> kann keine ÖZ ermittelt werden.	Die Eingabedaten der Messstelle beschreiben eine ungültige bzw. nicht in der Verfahrensempfehlung vorgesehene Typkombination
Typcode = <i>Diatomen-Typ</i> (Diatomeen) und $15 < \text{Halobienindex} \rightarrow$ Ökologische Zustandsklasse + 1	Abwertung wegen Versalzung, vgl. Kapitel 4.3.7
Typcode = <i>Diatomen-Typ</i> (Diatomeen) und $10 < \text{Versauerung} \leq 25 \rightarrow$ Ökologische Zustandsklasse + 1	Abwertung wegen Versalzung, vgl. Kapitel 4.3.6
Typcode = <i>Diatomen-Typ</i> (Diatomeen) und $25 < \text{Versauerung} \leq 50 \rightarrow$ Ökologische Zustandsklasse + 2	Abwertung wegen Versalzung, vgl. Kapitel 4.3.6
Typcode = <i>Diatomen-Typ</i> (Diatomeen) und $50 < \text{Versauerung} \leq 99 \rightarrow$ Ökologische Zustandsklasse + 3	Abwertung wegen Versalzung, vgl. Kapitel 4.3.6

Tabelle D.3: 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. DV-Nr. angegeben.	Die in der Eingabedatei verwendete DV-Nummer ist in der Taxaliste nicht enthalten.
Keine gültige Biokomponente angegeben.	Die Biokomponente eines Taxons ist für Phylib ungültig.
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>)

Literatur

- [1] Jochen Schaumburg et al. *Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG- Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos*. Augsburg: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Okt. 2012.
- [2] 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.