



Windpark Wapeldorf Nord

Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

für die geplanten Grabenverrohrungen, Grabenverfüllungen
und Grabenneuanlagen



Auftraggeber: Diekmann • Mosebach & Partner, Rastede

Auftragnehmer: AquaEcology GmbH & Co. KG, Oldenburg

Claudia Pezzei, Uwe Raschka, Anna Przibilla, Dr. Claus-Dieter Dürselen

Oktober 2020

Inhalt

Inhalt.....	2
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1 Einleitung	6
2 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	7
2.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	7
2.2 Oberflächengewässerverordnung.....	7
2.3 Verschlechterungsverbot.....	8
2.4 Verbesserungsgebot.....	10
3 Material und Methoden	12
3.1 Vorhabensbeschreibung und Untersuchungsgebiet	12
3.2 Untersuchungsmethodik	13
3.2.1 Physikalisch-chemische Messgrößen	13
3.2.2 Makrophyten / Phytobenthos.....	13
3.2.2.1 Beprobung und Erfassung	13
3.2.2.2 Probenauswertung	14
3.2.2.3 Methodik zur Klassifizierung gemäß EG-WRRL	14
3.2.3 Makrozoobenthos	17
3.2.4 Fischfauna	18
3.2.5 Rote Liste-Arten.....	19
4 Aktueller Zustand und Bewertung	20
4.1 Chemischer Zustand	20
4.2 Ökologisches Potenzial	20
4.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten.....	21
4.2.2 Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten	21
4.2.3 Chemische Qualitätskomponenten.....	23
4.2.4 Biologische Qualitätskomponenten	23
4.2.4.1 Phytoplankton	23

4.2.4.2 Makrophyten und Phytobenthos	23
4.2.4.3 Makrozoobenthos	26
4.2.4.4 Fischfauna	32
4.2.5 Zusammenfassung aktuelle Bewertung	32
5 Wirkfaktoren und betroffene Abschnitte.....	34
6 Prognostizierte Effekte	39
6.1 Nicht-biologische Qualitätskomponenten	39
6.1.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten.....	39
6.1.2 Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten	39
6.1.3 Chemische Qualitätskomponenten.....	40
6.2 Stoffe des chemischen Zustands nach Anlage 8, OGewV (2016)	40
6.3 Biologische Qualitätskomponenten	40
6.3.1 Makrophyten	40
6.3.2 Makrozoobenthos	41
6.3.3 Fischfauna	42
7 Zusammenfassung und abschließende Bewertung.....	44
8 Anhang	46
9 Quellenverzeichnis	56

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtskarte des geplanten Windparks Wapeldorf Nord (● Messstellen 2020, ● geplante WEA, ■ NLWKN Messstellen, — erheblich veränderte Fließgewässer, Quelle: Umweltkarten Niedersachsen, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/?topic=Basisdaten&lang=de&bgLayer=TopographieGrau).	12
Abbildung 2:	Gräben bei Maßnahmen N-1 (links) und N-2 (rechts). Diese Gräben führen nicht dauerhaft Wasser, sodass eine Verrohrung hier unbedenklich ist.	36
Abbildung 3:	Gräben bei Maßnahme Nummer N-3 (links) und N-4 (rechts). Der Graben bei Maßnahme N-3 ist nicht dauerhaft wasserführend, sodass eine Verrohrung hier unbedenklich ist.	36
Abbildung 4:	Der Graben bei Maßnahme Nummer N-5 war im Frühjahr kaum wasserführend.	37
Abbildung 5:	Der Graben bei Maßnahme N-6 führte im Frühjahr (links) nach Regenschauern noch etwas Wasser, im Sommer war er trockengefallen (rechts).	37
Abbildung 6:	Der Drängraben führte nur wenig Wasser und wies aufgrund der starken Verockerung wenige Makrophyten auf.	38
Abbildung 7:	Die von Maßnahme N-8 betroffenen Gräben: Der Graben bei „Wapeldorf 7“ im Sommer (links) und bei „Wapeldorf 9“ im Frühjahr (rechts).	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Indexgrenzen des WRRL-Typs 16 mit Diatomeen-Typ 11.1, Phytobenthos-Typ 9 und Makrophyten-Typ TNm bzw. TNk zur Beurteilung der ökologischen Zustands-/Potentialklasse bei gesicherter Bewertung des Moduls Makrophyten.	17
Tabelle 2:	Die Gefährdungsstufen der Roten Liste.....	19
Tabelle 3:	Messdaten der Multisonde (YSI ProDSS), die während der Beprobung im geplanten Windpark Wapeldorf Nord erhoben wurden.	23
Tabelle 4:	Zusammenfassung der Bewertung des ökologischen Potenzials an den Gräben im geplanten Windpark Wapeldorf Nord.....	24
Tabelle 5:	Liste der an der Station „Wapeldorf 1a“ gefundenen Makrophyten-Arten.	25
Tabelle 6:	Liste der an der Station „Wapeldorf 1b“ gefundenen Makrophyten-Arten. Arten der Roten Liste sind farblich markiert.....	25
Tabelle 7:	Liste der im Drängraben gefundenen Makrophyten-Arten. Arten der Roten Liste sind farblich markiert.....	25
Tabelle 8:	Liste der im Wapeldorfer Plaggengraben gefundenen Makrophyten-Taxa.....	26
Tabelle 9:	Liste der in den Gewässern des geplanten Windparks Wapeldorf Nord gefundenen Makrozoobenthos-Taxa. Zusätzlich sind hier die ökologische Einstufung nach PERLODES (Ökologie) sowie die Gefährdungsstufe (Rote Liste) erwähnt. (-1, -2 = Störungszeiger, 1, 2 = Strukturzeiger, V = Vorwarnliste).....	28
Tabelle 10:	Bewertung der verschiedenen Qualitätskomponenten bzw. Kompartimente in der „Oberen Wapel + NG“ laut Wasserkörpersteckbrief (BfG, 2016) und vorläufige Ergebnisse des 2. Bewirtschaftungszeitraums (NLWKN, 2020).	33
Tabelle 11:	Ergebnisse der mittels PHYLIB-Software ausgewerteten Makrophyten-Beprobungen an den Standorten „Wapeldorf 1a“, „Wapeldorf 1b“, Wapeldorf 4“ bis „Wapeldorf 6“ sowie „Wapeldorf 9“ bis „Wapeldorf 12“.	46

1 Einleitung

Im Rahmen des wasserrechtlichen Planfeststellungsverfahrens für die Errichtung von zwei Windenergieanlagen (WEA) durch die Firma Windkonzept Projektentwicklung GmbH & Co. KG, Wiefelstede wurde das Planungsbüro Diekmann • Mosebach und Partner, Rastede mit der Erstellung des zugehörigen landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP) beauftragt. In diesem Zusammenhang wird von den zuständigen Behörden mittlerweile eine Prüfung der Auswirkungen auf den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial sowie den chemischen Zustand der betroffenen Wasserkörper gemäß der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Union (2000) gefordert. Mit dieser Aufgabe wurde die Firma AquaEcology GmbH & Co. KG, Oldenburg beauftragt.

Ziel des hier vorgelegten Gutachtens ist eine Überprüfung der gewässerökologischen Verträglichkeit der Errichtung des geplanten Windparks und der damit verbundenen Wirkfaktoren ausschließlich bezogen auf die geplanten Grabenverrohrungen, Grabenverfüllungen und Grabenneuanlagen im Bereich der Verkehrsflächen. Potenzielle Auswirkungen der WEA selbst (bau- und betriebsbedingt) sind hier nicht Gegenstand der Betrachtung. Als Bewertungsmaßstab werden die WRRL (2000) und die aktuelle Fassung der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016), die über das Wasserhaushaltsgesetz die Umsetzung der WRRL in nationales Recht darstellt, herangezogen. Es gilt zu prüfen, ob sich durch die Wirkfaktoren des Vorhabens der chemische Zustand und das ökologische Potenzial des betroffenen Wasserkörpers „Obere Wapel + Nebengewässer (Bekhauser Bäke)“ (Nr. 26010) verschlechtern würden. Weiterhin muss beurteilt werden, ob möglicherweise gegen das Verbesserungsgebot der WRRL verstoßen wird.

Zu diesem Zweck wurde zunächst zu Beginn des Jahres eine Besichtigung der betroffenen Gewässerabschnitte durchgeführt. Die Untersuchungen der biologischen Komponenten Fische, Makrozoobenthos und Makrophyten in den dauerhaft wasserführenden Gewässern Wapel, Drängraben, Wapeldorfer Plaggengraben und drei weiteren, unbenannten Gräben erfolgten im Sommer 2020. Es wurden außerdem die physikalisch-chemischen Begleitparameter Temperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigung mittels einer Multiparametersonde gemessen. Auf die übrigen in der Oberflächengewässerverordnung angegebenen physikalisch-chemischen Parameter (Nährstoffe, Chlorid, Sulfat etc.) wurde in Absprache mit dem Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) verzichtet. Ebenso wurde auf die Erfassung der flussgebietsspezifischen Schadstoffe nach Anlage 6 (chemische QK) und der Prioritären Stoffe nach Anlage 8 (Stoffe des chemischen Zustands) der OGewV verzichtet.

2 Rechtliche Rahmenbedingungen

2.1 Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Ziel der WRRL (Richtlinie 2000/60/EG vom 23. Oktober 2000) ist die Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers zwecks:

- Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt,
- Förderung einer nachhaltigen Wassernutzung auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der vorhandenen Ressourcen,
- Anstrebens eines stärkeren Schutzes und einer Verbesserung der aquatischen Umwelt, unter anderem durch spezifische Maßnahmen zur schrittweisen Reduzierung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von prioritären Stoffen und durch die Beendigung oder schrittweise Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von prioritären gefährlichen Stoffen,
- Sicherstellung einer schrittweisen Reduzierung der Verschmutzung des Grundwassers und Verhinderung seiner weiteren Verschmutzung sowie Minderung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren.

Das grundlegende Umweltziel gemäß Art. 4 Abs. 1 Buchst. a) iii) der WRRL in Bezug auf die Gewässer ist die Erreichung des guten ökologischen Zustands der Oberflächenwasserkörper bzw. des guten ökologischen Potenzials der künstlichen oder erheblich veränderten Oberflächengewässer. Die Bedingungen für die Erreichung dieses Ziels sind für die einzelnen Qualitätskomponenten – hydromorphologisch, biologisch, physikalisch-chemisch und chemisch – in Anhang V der WRRL vorgegeben. Ferner muss auch der gute chemische Zustand erreicht werden, das ist laut Richtlinie „der chemische Zustand, den ein Oberflächenwasserkörper erreicht hat, in dem kein Schadstoff in einer höheren Konzentration als den Umweltqualitätsnormen (UQN) vorkommt, die in Anhang IX und gemäß Artikel 16 Absatz 7 oder in anderen einschlägigen Rechtsvorschriften der Gemeinschaft über Umweltqualitätsnormen auf Gemeinschaftsebene festgelegt sind“ (WRRL, 2000).

2.2 Oberflächengewässerverordnung

Auf Grundlage einer Ermächtigung des Wasserhaushaltsgesetzes wurde am 25. Juli 2011 die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) verabschiedet. Diese Verordnung regelt bundeseinheitlich die detaillierten Aspekte des Schutzes der Oberflächengewässer und enthält Vorschriften zur Kategorisierung, Typisierung und Abgrenzung von Oberflächenwasserkörpern entsprechend den Anforderungen der WRRL.

Die Oberflächengewässerverordnung stellt neben dem Wasserhaushaltsgesetz die Umsetzung der WRRL in deutsches Recht dar. Die OGewV liegt seit dem 20. Juli 2016 in einer aktualisierten Fassung vor. Die OGewV dient insbesondere der Umsetzung der Richtlinie 2013/39/EU, in der die Umweltqualitätsnormen für verschiedene Stoffe des chemischen Zustands geändert wurden. Auch sind neue Stoffe in die Listen aufgenommen worden. Die OGewV enthält in § 7 Übergangsregelungen, die den Zeitpunkt der Anwendbarkeit für verschiedene Stoffe regeln.

Die Einstufung des ökologischen Zustands bzw. des ökologischen Potenzials eines erheblich veränderten Oberflächenwasserkörpers richtet sich nach den in Anlage 3 zur OGewV aufgeführten Qualitätskomponenten. Bei den Einstufungen sind die in Anlage 5 zur OGewV dargestellten Bewertungsmethoden zu verwenden.

Gemäß § 5 Abs. 4 OGewV wird der ökologische Zustand bzw. das ökologische Potenzial nach der am schlechtesten bewerteten biologischen Qualitätskomponente nach Anlage 3 Nr. 1 und Anlage 4 bemessen. Die Einstufung des ökologischen Zustands bzw. Potenzials als Gesamtbewertung kann nicht besser sein als die jeweils am schlechtesten bewertete biologische Qualitätskomponente („One out - all out“-Prinzip). Die übrigen Qualitätskomponenten sind für die Einstufung unterstützend heranzuziehen. Der chemische Zustand des Oberflächenwasserkörpers kann nur dann als „gut“ eingestuft werden, wenn alle Umweltqualitätsnormen des Anhangs 8 OGewV eingehalten werden, andernfalls wird er als „nicht gut“ eingestuft.

2.3 Verschlechterungsverbot

Das Verschlechterungsverbot ist auf die Qualitätskomponenten des ökologischen Zustands/Potenzials und auf den chemischen Zustand eines Oberflächengewässers bzw. eines erheblich veränderten Gewässers anzuwenden.

In der „Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot“ der LAWA (2017) werden Empfehlungen zur Bewertung des Verschlechterungsverbots gemacht. Es wird unterschieden zwischen Verschlechterung und nachteiliger Veränderung. Dabei führt eine nachteilige Veränderung innerhalb einer Qualitätskomponente noch nicht zu den Rechtsfolgen eines Verschlechterungsverbots.

Die Prüfpunkte aus LAWA (2017) sind folgende:

- Maßgeblich ist der Zustand des betroffenen Wasserkörpers insgesamt, d.h. es kann nicht nur die unmittelbare Einleitstelle beurteilt werden.
- Zu prüfen sind auch Auswirkungen auf weitere, bei Fließgewässern z. B. unterliegende, Wasserkörper.
- Lokal begrenzte Veränderungen sind grundsätzlich irrelevant. Ort der Beurteilung sind die für den Wasserkörper repräsentativen Messstellen.
- Maßgeblicher Ausgangszustand für die Beurteilung, ob eine Verschlechterung zu erwarten ist, ist grundsätzlich der Zustand des Wasserkörpers,

wie er zum Zeitpunkt der letzten Behördenentscheidung vorliegt. In der Regel kann dafür der Zustand herangezogen werden, der im geltenden Bewirtschaftungsplan dokumentiert ist. Soweit jedoch neuere Erkenntnisse vorliegen, insbesondere aktuelle Monitoringdaten, so sind diese heranzuziehen.

- Gibt es konkrete Anhaltspunkte für eine entscheidungserhebliche Verbesserung oder Verschlechterung des Zustands seit der Dokumentation im aktuellen Bewirtschaftungsplan, die nicht durch neuere Erkenntnisse wie aktuelle Monitoringdaten abgedeckt sind, z. B. aufgrund von realisierten Maßnahmen des Maßnahmenprogramms, sind weitere Untersuchungen erforderlich.
- Kurzzeitige Verschlechterungen können außer Betracht bleiben, wenn mit Sicherheit davon auszugehen ist, dass sich der bisherige Zustand kurzfristig wiederinstellt. Als Beispiel werden Baumaßnahmen genannt. Diese sind kurzzeitige Verschlechterungen, sofern nicht die Errichtungsphase über einen langen Zeitraum geht oder gravierende Auswirkungen auf das Gewässer haben kann.
- Eine Veränderung des chemischen oder ökologischen Zustands, die in Bezug auf den jeweiligen Wasserkörper voraussichtlich messtechnisch nicht nachweisbar sein wird, stellt keine Verschlechterung dar. Dies gilt unabhängig von dem Zustand des Gewässers, also auch bei Gewässern, die hinsichtlich bestimmter Komponenten bereits in die schlechteste Zustandsstufe fallen. Nicht nachweisbare Veränderungen stellen damit auch keine nachteiligen Veränderungen dar.
- Eine Verschlechterung liegt vor, wenn sich der Zustand mindestens einer biologischen Qualitätskomponente um eine Stufe verschlechtert, auch wenn dies nicht zu einer Verschlechterung der Einstufung des Oberflächenwasserkörpers insgesamt führt. Befindet sich die betreffende Qualitätskomponente bereits in der niedrigsten Zustandsklasse, stellt jede nachteilige Veränderung eine Verschlechterung dar.
- In der Praxis ist also zunächst zu prüfen, ob eine voraussichtlich messbare Änderung eintreten wird. Ist dies der Fall, dann ist auf die Verfahren in Anlage 5 der Oberflächengewässerverordnung zurückzugreifen. Mit diesen kann eine Bewertung der QK vorgenommen werden.
- Wenn ein Oberflächenwasserkörper in sehr gutem oder gutem ökologischem Zustand ist und infolge eines Vorhabens eine Umweltqualitätsnorm für einen flussgebietsspezifischen Schadstoff (Anlage 6 OGewV) überschritten wird, erfolgt eine Herabstufung des ökologischen Zustands auf „mäßig“. Damit liegt eine Verschlechterung des ökologischen und des chemischen Zustands vor.
- Ab dem ökologischen Zustand "mäßig" bleiben Verschlechterungen bei den flussgebietsspezifischen Schadstoffen (Überschreitungen einer UQN) für die Prüfung des Verschlechterungsverbots unbeachtlich, solange sie sich nicht auf die Einstufung des Zustands mindestens einer biologischen Qualitätskomponente auswirken, also eine Abstufung mindestens einer

biologischen Qualitätskomponente auf unbefriedigend oder schlecht bewirken. Die Überschreitung der UQN eines flussgebietsrelevanten Stoffes ist jedoch Anlass, die Einstufung der relevanten biologischen Qualitätskomponenten ggf. zu überprüfen.

- Eine Verschlechterung des chemischen Zustands liegt bei Oberflächenwasserkörpern vor, wenn durch die vorhabenbedingte Zusatzbelastung erstmalig mindestens eine UQN für einen Stoff nach Anlage 8 der Tabellen 1 und 2 OGewV überschritten wird.
- Aus der Fokussierung auf die einzelne Qualitätskomponente nach Anhang V der WRRL folgt ferner, dass eine Verschlechterung auch dann anzunehmen ist, wenn der chemische Zustand bereits wegen Überschreitung einer anderen UQN nicht gut ist. Keine Verschlechterung ist gegeben, wenn sich zwar der Wert für einen Stoff verschlechtert, die UQN aber noch nicht überschritten wird (sog. Auffüllung).

Bei einer bereits überschrittenen UQN ist auch die weitere Konzentrationserhöhung durch Immissionen als Verstoß gegen die Verschlechterung des chemischen Zustands anzusehen.

2.4 Verbesserungsgebot

Für den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial und den chemischen Zustand ist das Verbesserungsgebot zu beachten. Das Verbesserungsgebot wird zwar gefordert, es wird aber im Unterschied zum Verschlechterungsverbot nicht näher konkretisiert, wie es zu prüfen ist.

Im Folgenden wird das Verbesserungsgebot näher definiert:

- Das wasserrechtliche Verbesserungsgebot steht einem Vorhaben entgegen, wenn sich absehen lässt, dass dessen Verwirklichung die Möglichkeit ausschließt, die Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie fristgerecht zu erreichen.
- Dabei ist nicht jeder Eintrag zugleich als ein Verstoß gegen das Verbesserungsgebot zu bewerten. Eine Sperrwirkung entfaltet das Verbesserungsgebot vielmehr nur, wenn sich absehen lässt, dass die Verwirklichung eines Vorhabens die Möglichkeit ausschließt, die Umweltziele der WRRL, also einen guten ökologischen Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial und einen guten chemischen Zustand, fristgerecht zu erreichen.
- Dabei ist auf den relevanten erstellten Bewirtschaftungsplan und das Maßnahmenprogramm abzustellen, die im Hinblick auf das Verbesserungsgebot das „Wie“ der Zielerreichung des guten ökologischen und des guten chemischen Zustandes konkretisieren.
- Für einen Verstoß gegen das Verbesserungsgebot ist maßgeblich, ob die Folgewirkungen des Vorhabens mit hinreichender Wahrscheinlichkeit faktisch zu einer Vereitelung der Bewirtschaftungsziele führen.

- Oberirdische Gewässer sind so zu bewirtschaften, dass ein guter ökologischer Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden.

Auch eine Verschlechterung einer Qualitätskomponente würde zu einer Behinderung des Verbesserungsgebotes führen, wenn dies der Erreichung des guten ökologischen Zustands/Potenzials im Wege steht.

3 Material und Methoden

3.1 Vorhabensbeschreibung und Untersuchungsgebiet

Die ausführliche Beschreibung des Vorhabens kann dem landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) zum wasserrechtlichen Planfeststellungsverfahren entnommen werden (Diekmann • Mosebach & Partner, 2020).

Das Areal des geplanten Windparks Wapeldorf Nord liegt im nordwestlichen Gebiet der Gemeinde Rastede nordöstlich der Ortschaft Wapeldorf. Es liegt nördlich der Spohler Straße und östlich der Autobahn 29 (Abbildung 1). Im Rahmen der Probenahmen wurden insgesamt 12 Messstellen festgelegt: Zwei Stationen lagen in der Wapel („Wapeldorf 1a“ und „Wapeldorf 1b“) und drei im Dränggraben („Wapeldorf 4“ bis „Wapeldorf 6“). Jeweils zwei Stationen befanden sich im Wapeldorfer Plaggengraben („Wapeldorf 11“ und „Wapeldorf 12“) sowie in drei weiteren unbenannten Gräben parallel zum Dränggraben und zum Wapeldorfer Plaggengraben („Wapeldorf 2“ und „Wapeldorf 3“ sowie „Wapeldorf 7“ bis „Wapeldorf 10“). Die geplanten WEA sowie alle im Jahr 2020 beprobten Stationen und die zum Vergleich herangezogenen NLWKN-Messstellen sind in Abbildung 1 dargestellt.

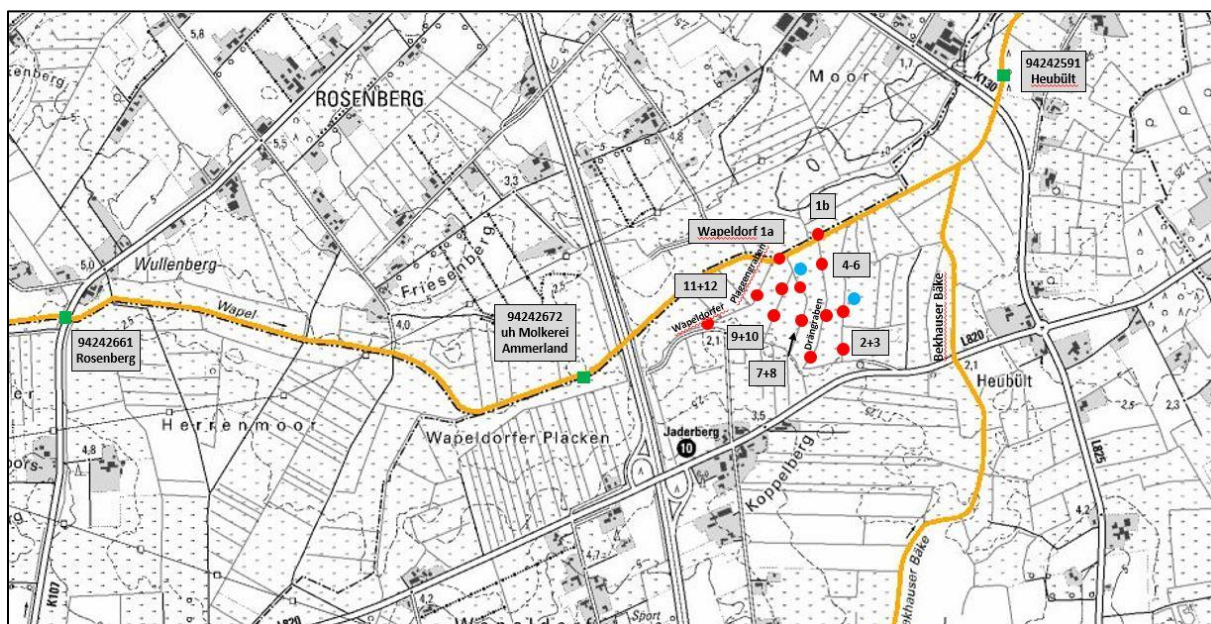


Abbildung 1: Übersichtskarte des geplanten Windparks Wapeldorf Nord (● Messstellen 2020, ● geplante WEA, ■ NLWKN Messstellen, — erheblich veränderte Fließgewässer, Quelle: Umweltkarten Niedersachsen, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, <https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/?topic=Basisdaten&lang=de&bgLayer=TopographieGrau>).

Der unmittelbar betroffene Wasserkörper „Obere Wapel + Nebengewässer (Bekhauser Bäke)“ (Nr. 26010) ist dem Gewässertyp 16 (Kiesgeprägte Tieflandbäche) zugeordnet und als erheblich verändert (HMWB – heavily modified water body)

eingestuft. Somit ist bei der Beurteilung der biologischen Qualitätskomponenten das ökologische Potenzial zu bewerten.

Die direkt im betroffenen Gebiet liegenden Gräben sind größtenteils künstlich angelegt und dienen der Entwässerung zwischen Weiden und Ackerland, am Rand von Straßen und Wegen.

Als Referenz wurden vom NLWKN an drei Messstellen in der Wapel Daten aus dem ersten Bewirtschaftungszeitraum (2010-2015) und, als Vor-Vorentwurf, aus dem zweiten Bewirtschaftungszeitraum (2016-2021) zur Verfügung gestellt. Die erhobenen Daten gelten jeweils als Grundlage für den zweiten bzw. dritten Bewirtschaftungsplan (BWP).

3.2 Untersuchungsmethodik

3.2.1 Physikalisch-chemische Messgrößen

Während der Probenahme wurden an jeder Messstelle mittels einer YSI Pro DSS Multiparametersonde die physikalisch-chemischen Begleitparameter Temperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und -sättigung sowie elektrische Leitfähigkeit aufgenommen.

3.2.2 Makrophyten / Phytobenthos

Gemäß Anlage 5 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) wird für die Auswertung der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos das Bewertungsverfahren PHYLIB - Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (Schaumburg et al., 2012) vorgeschrieben. Für die vorliegende Untersuchung wurde eine verkürzte Form dieses Verfahrens gemäß der in den folgenden Unterkapiteln beschriebenen Methodik angewendet. Berücksichtigt wurden bei dieser Beprobung vor allem die Makrophyten. Das Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) ist für den vorliegenden Gewässertyp nicht relevant, sodass das Vorhandensein von Algenbewuchs nur begleitend miterfasst wurde. Das Modul Diatomeen wurde in Absprache mit dem NLWKN nicht beprobt, da im Rahmen dieser Untersuchungen keine offizielle Gewässerbewertung angestrebt wurde und eine mögliche Einschränkung der Durchgängigkeit der Gewässer auf die Diatomeengesellschaft keinen relevanten Einfluss hätte. Die Untersuchung der Gewässer des geplanten Windparks Wapeldorf Nord fand am 16.06.2020 statt.

3.2.2.1 Beprobung und Erfassung

Die Erfassung der Makrophytenvegetation erfolgte vom Uferrand aus, wobei teilweise eine Harke zu Hilfe genommen wurde. Zwei der zu erfassenden Gräben waren trockengefallen und konnten daher nicht bewertet werden. In den übrigen Ge-

wässern wurden jeweils zwei bis drei Abschnitte von jeweils ca. 30 m Länge beprobt und meist zu einer Gesamtbewertung für je ein Fließgewässer zusammengefasst. Lediglich die beiden Standorte der Wapel wurden getrennt bewertet.

Bei der Beprobung wurden nach Aufnahme allgemeiner Standortfaktoren (Tiefe, Breite, Beschattung, Sedimentverhältnisse etc.) die im Gewässer vorkommenden Makrophyten bestimmt und deren Menge und Bedeckungsgrad nach festgelegten Skalen (Kohler, 1978) erfasst.

Von makroskopisch sichtbarem Algenbewuchs wurden Proben entnommen, mit Lugol'scher Lösung fixiert und bis zur mikroskopischen Analyse im Labor aufbewahrt.

Ist das Gewässerbett eines Abschnitts durchgehend und dicht mit einer der folgenden emers vorkommenden Arten bewachsen, spricht man von einer Helophyten-dominanz: *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum*, *Sparganium erectum*, *Urtica dioica*. Eine Helophyten-dominanz kann zu einer Verringerung des Referenzindex führen.

Kommen (fast) keine Makrophyten im untersuchten Gewässerabschnitt vor und ist die Ursache anthropogen bedingt, so handelt es sich um eine sog. Makrophyten-verödung. Die Gründe dafür sind vielfältig und sollten vor Ort ermittelt werden, da dieses Kriterium ebenfalls mit in die Bewertung einfließt.

3.2.2.2 Probenauswertung

Die Auswertung der Proben erfolgte für die Makrophyten entsprechend der Angaben in der Verfahrensvorschrift (Schaumburg et al., 2012).

Der Großteil der Makrophyten sowie deren Häufigkeit (fünfstufige Skala) wurden bereits während der Beprobung vor Ort bestimmt, sodass lediglich schwierige Makrophyten-Taxa weiterbearbeitet werden mussten. Dazu wurden eine Stereolupe (Olympus SZX7) mit bis zu 56-facher Vergrößerung sowie ein inverses Mikroskop (Olympus CKX41) mit bis zu 400-facher Vergrößerung und Phasenkontrast verwendet.

Die vollständige Erfassung aller im Phytobenthos ohne Diatomeen vorkommenden Taxa auf Artniveau ist sehr aufwändig und für die hier beprobten Gewässertypen nicht relevant. Daher wurden nur die makroskopisch sichtbaren Aufwüchse mit Hilfe eines inversen Mikroskops (Olympus CKX41) mit bis zu 400-facher Vergrößerung und Phasenkontrast möglichst auf Artniveau bestimmt und deren Häufigkeit abgeschätzt.

3.2.2.3 Methodik zur Klassifizierung gemäß EG-WRRL

In Anlage 4 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) werden die Klassen 1 bis 3 für den ökologischen Zustand bei der Komponente Makrophyten/Phytobenthos in Fließgewässern wie folgt definiert.

Sehr guter Zustand:

„Die taxonomische Zusammensetzung entspricht vollständig oder nahezu vollständig den Referenzbedingungen. Es gibt keine erkennbaren Änderungen der durchschnittlichen makrophytischen und der durchschnittlichen phytobenthischen Abundanz.“ (OGewV 2016)

Guter Zustand:

„Die makrophytischen und phytobenthischen Taxa weichen in ihrer Zusammensetzung und Abundanz geringfügig von den typspezifischen Gemeinschaften ab. Diese Abweichungen deuten nicht auf ein beschleunigtes Wachstum von Algen oder höheren Pflanzen hin, dass das Gleichgewicht der in dem Gewässer vorhandenen Organismen oder die physikalisch-chemische Qualität des Wassers oder Sediments in unerwünschter Weise stören würde. Die phytobenthische Lebensgemeinschaft wird nicht durch anthropogene Bakterienzotten und anthropogene Bakterienbeläge beeinträchtigt.“ (OGewV 2016)

Mäßiger Zustand:

„Die Zusammensetzung der makrophytischen und phytobenthischen Taxa weicht mäßig von der der typspezifischen Gemeinschaft ab und ist in signifikanter Weise stärker gestört, als dies bei gutem Zustand der Fall ist. Es sind mäßige Änderungen der durchschnittlichen makrophytischen und der durchschnittlichen phytobenthischen Abundanz erkennbar. Die phytobenthische Lebensgemeinschaft kann durch anthropogene Bakterienzotten und anthropogene Bakterienbeläge beeinträchtigt und in bestimmten Gebieten verdrängt werden.“ (OGewV 2016)

Die Klassifizierung für die Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos erfolgt mit Hilfe eines multimetrischen Bewertungssystems. Dabei werden zunächst die drei Kompartimente in separaten Modulen anhand verschiedener Indices berechnet und die Ergebnisse als „Ecological Quality Ratio“ (EQR) in einer einheitlichen Skala von „0“ bis „1“ normiert.

Bewertung Makrophyten

Für die Makrophyten wird der Referenzindex (RI) berechnet. Grundsätzlich werden alle aquatischen Makrophyten für jede Typausprägung in drei unterschiedliche Artengruppen (A bis C) eingeteilt (Schaumburg et al., 2012). Die Zuordnung der Makrophyten zu einer Artgruppe durch PHYLIB gibt an, ob es sich um eine typspezifische Referenzart handelt, und ermöglicht die ökologische Bewertung des Gewässers.

- Artgruppe A – typspezifische Referenzarten, deren Häufigkeit mit zunehmender Gewässerbelastung abnimmt
- Artgruppe B – Arten mit großer ökologischer Amplitude; kommen sowohl in belasteten als auch in unbelasteten Gewässern vor

- Artgruppe C – Störzeiger; werden mit zunehmender Gewässerbelastung häufiger

Zusätzlich wird bei der Aufnahme der Makrophytenvegetation der Lebensform-Typ notiert, wobei viele Pflanzen unterschiedliche Lebensform-Typen annehmen können. Die Abkürzungen sind im Folgenden erklärt:

- S – submers, vollständig untergetaucht
- F-SB – flutend, an der Wasseroberfläche befindlich
- Em – emers, aus dem Wasser ragend

Die für jede vorkommende Art in einer fünfstufigen Skala von 1 (sehr selten) bis 5 (sehr häufig) nach Kohler (1978) aufgenommene Pflanzenmenge wird zur Berechnung des Index in metrische Quantitätsstufen umgewandelt, indem die Mengengruppe mit 3 potenziert wird (Stufe 3 ergibt damit beispielsweise die Quantität 27). Anschließend werden für die Artengruppen A und C sowie für alle vorkommenden Arten die Quantitäten aufsummiert. Der Referenzindex (RI) berechnet sich dann als

$$RI = \frac{\text{Gesamtquantität Artengruppe A} - \text{Gesamtquantität Artengruppe C}}{\text{Gesamtquantität aller Taxa}} \cdot 100$$

Um eine gesicherte Bewertung für das Modul zu erhalten muss die Gesamtquantität aller Taxa mindestens 17 betragen, die Anzahl der submersen und zugleich indikativen Taxa 2 sein und der Anteil der eingestuften Arten über 75 % liegen (Schaumburg et al., 2012). Bei einer nachweislich vorliegenden Makrophytenverödung (Fehlen von Makrophyten aufgrund anthropogen bedingter Einflüsse) wird der Referenzindex auf -100 gesetzt. Die Bewertung gilt damit als gesichert, das Modul erhält den Wert 0 und wird mit den anderen Kompartimenten verrechnet.

Gesamtbewertung Makrophyten/Phytobenthos

Zur automatischen Berechnung der Einzelindices für die drei Kompartimente Makrophyten, Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD) sowie der Gesamtbewertung gibt es ein Softwaretool (PHYLIB Vers. 5.3), in das die erhobenen Daten zusammen mit weiteren notwendigen Informationen wie den Fließgewässertyp und die Typisierungen für die Einzelmodule, eingelesen werden. Dieses Tool wurde für die Auswertung der im Rahmen dieser Untersuchung erhobenen Daten angewendet.

Zur Einstufung eines Gewässers werden normalerweise die Teilergebnisse aller gesichert bewerteten Module Makrophyten, Phytobenthos und Diatomeen verschnitten. Der so errechnete Makrophyten-Phytobenthos-Index Fließgewässer (MPI FG) ermöglicht anhand der Indexgrenzen-Tabellen eine Bewertung des ökologischen Zustands oder Potenzials. Wenn, wie in diesem Fall, lediglich ein Modul vollständig beprobt und bewertet wurde, entspricht die Bewertung dieses Moduls auch der Gesamtbewertung.

Tabelle 1: Indexgrenzen des WRRL-Typs 16 mit Diatomeen-Typ 11.1, Phytobenthos-Typ 9 und Makrophyten-Typ TNm bzw. TNk zur Beurteilung der ökologischen Zustands-/Potentialklasse bei gesicherter Bewertung des Moduls Makrophyten.

Ökologische Zustandsklasse	Gesichert ausgewertetes Modul Makrophyten	
	TNm	TNk
1 (sehr gut)	1,00 – 0,58	1,00 – 0,63
2 (gut)	0,57 – 0,40	0,62 – 0,50
3 (mäßig)	0,39 – 0,20	0,49 – 0,25
4 (unbefriedigend)	0,19 – 0,03	0,24 – 0,05
5 (schlecht)	0,02 – 0,00	0,04 – 0,00

In Tabelle 1 sind die Indexgrenzen zur Bewertung der Module für die hier betrachteten Fließgewässertypen zusammengefasst. Die Wapel wurde dem WRRL-Typ 16 mit Diatomeen-Typ 11.1, Phytobenthos-Typ 9 und Makrophyten-Typ TNm zugeordnet. Dabei handelt es sich um mittlere potamale, kiesgeprägte Tieflandbäche in silikatischer Ausprägung. Die kleineren Gräben im Gebiet Wapeldorf Nord wurden dem WRRL-Typ 16 mit Diatomeen-Typ 11.1, Phytobenthos-Typ 9 und Makrophyten-Typ TNk zugeordnet. Dabei handelt es sich um kleine potamale, kiesgeprägte Tieflandbäche in silikatischer Ausprägung.

3.2.3 Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos wurde in Absprache mit dem NLWKN mittels DNA-Metabarcoding untersucht. Dabei wurde mit einem Kescher mehrfach am Grund und in der Randvegetation des zu beprobenden Gewässerabschnittes Proben entnommen. Diese wurden für den jeweiligen Gewässerabschnitt vereinigt, da in diesem Fall nur Präsenz und Absenz von Makrozoobenthostaxa in einem Gewässer geprüft werden sollte. Auf diese Weise entstanden im geplanten Windpark Wapeldorf Nord vier Mischproben. Jeweils eine aus der Wapel, dem Wapeldorfer Plaggengraben, dem Dränggraben und dem Gewässer der beiden Stationen „Wapeldorf 9 + 10“. Diese Proben wurden mit 99 % unvergälltem Ethanol fixiert.

Jede ethanolfixierte Benthosprobe wurde mechanisch homogenisiert und anschließend zentrifugiert. Das überstehende Ethanol wurde entfernt und die homogenisierten Proben wurden bei Raumtemperatur getrocknet. Für die DNA-Extraktion wurden die Proben mit T1 Lysis-Puffer (Macherey-Nagel) und Proteinase K aufgefüllt und bei 56 °C über Nacht inkubiert. Das Lysat wurde in ein 2ml-Röhrchen überführt und gemäß dem NucleoSpin® Protokoll wurde die DNA-Extraktion durchgeführt. Eine Kontroll-Probe (reines Wasser) wurde parallel zur Probe extrahiert.

Ein Fragment der mitochondrialen COI¹ wurde mit dem Primerpaar mICOIntF (Leray et al., 2013) und jgHCO2198 (Geller et al., 2013) amplifiziert. Die PCR²-Ansätze wurden mit dem KAPA HiFi HotStart ReadyMix (Roche) angesetzt. Das ca. 300 bp³ lange Amplikon⁴ wurde mittels Gelelektrophorese visuell geprüft und mit dem NucleoSpin® Gel und PCR Clean-up-Kit aufgereinigt. Mit einer zweiten PCR wurden die Nextera® (Illumina) Sequenzierungs-Adapter an jedes Ende der Amplikons angehängt. Das zweite Amplikon wurde mittels Gelelektrophorese visuell geprüft, aufgereinigt und mit dem QuantiFluor® dsDNA System (Promega) wurde die Konzentration gemessen. Das Amplikon wurde mit einem Illumina MiSeq Gerät in paired-end Modus sequenziert (2 x 300 bp).

Die Qualität der Rohdaten (DNA-Sequenzen) wurde mit dem Programm FastQC überprüft (www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/). Die weitere Bearbeitung der Sequenzen erfolgte mit dem Programm Vsearch (Rognes et al., 2016). Zuerst wurden die paired-end reads zusammengefügt und im Anschluss gefiltert (Qualitätskontrolle). Sequenzen wurden dann derepliziert und nach definierten Kriterien zu MOTUs⁵ zusammengefasst. Die MOTUs wurden anhand der Software BLAST+ (Camacho et al., 2009) mit lokalen Installationen der NCBI⁶ Nukleotiden-Referenzdatenbank (GenBank) sowie von BOLD⁷ verglichen und Arten bzw. taxonomischen Gruppen zugeordnet.

3.2.4 Fischfauna

Für die Beprobung der Fischfauna wurde die neuartige Methode der eDNA-Probenahme gewählt. Hierfür wird eine Schöpfprobe unterhalb der Wasseroberfläche genommen. Diese Schöpfproben wurden für einzelne Gewässer und Gräben vereinigt, da in diesem Fall nur Präsenz und Absenz von Fischarten in einem Gewässer geprüft werden sollte. Auf diese Weise entstanden im geplanten Windpark Wapeldorf Nord vier Mischproben, jeweils eine aus der Wapel, dem Wapeldorfer Plaggengraben, dem Dränggraben und dem Gewässer der Stationen „Wapeldorf 9 + 10“. Diese Mischproben wurden dann durch eine Sterivex™ Filtereinheit filtriert und die eDNA-Fragmente blieben so auf dem Filter zurück. Diese Filter wurden in 99 % unvergälltem Ethanol fixiert.

Für die DNA-Extraktion wurde die Sterivex™ Filtereinheit jeweils mit 1ml T1 Lysis-Puffer (Macherey-Nagel) aufgefüllt und bei 56 °C über Nacht inkubiert. Das Lysat wurde in ein 2 ml-Röhrchen überführt und gemäß dem NucleoSpin® Protokoll wurde die DNA-Extraktion durchgeführt. Eine Kontroll-Probe (reines Wasser) wurde parallel zur Wasserprobe extrahiert.

¹ Cytochrom c Oxidase Untereinheit 1

² polymerase chain reaction

³ Basenpaare

⁴ Vervielfältigte DNA-Sequenz

⁵ Molecular operational taxonomic unit

⁶ National Center for Biotechnology Information

⁷ Barcode of Life Data Systems

Ein Fragment der mitochondrialen 12S DNA wurde mit dem Primerpaar MiFish-U (Myia et al. 2015) amplifiziert. Die PCR-Ansätze wurden mit dem KAPA HiFi Hot-Start ReadyMix (Roche) angesetzt. Das Amplikon wurde mittels Gelelektrophorese visuell geprüft und mit dem NucleoSpin® Gel und PCR Clean-up-Kit aufgereinigt. Mit einer zweiten PCR wurden die Nextera® (Illumina) Sequenzierungs-Adapter an jedes Ende des Amplikons angehängt. Das zweite Amplikon wurde mittels Gelelektrophorese visuell geprüft und die Konzentration mit dem QuantiFluor® dsDNA System (Promega) gemessen. Das Amplikon wurde mit einem Illumina MiSeq Gerät in paired-end Modus sequenziert (2 x 300 bp).

Die Qualität der Rohdaten (DNA-Sequenzen) wurde mit dem Programm FastQC überprüft (www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc/). Die weitere Bearbeitung der Sequenzen erfolgte mit dem Programm Vsearch (Rognes et al., 2016). Zuerst wurden die paired-end reads zusammengefügt und im Anschluss gefiltert (Qualitätskontrolle).

3.2.5 Rote Liste-Arten

Die im Rahmen der Probenahmen erfassten Fisch-, Makrozoobenthos- und Makrophyten-Arten wurden mit einer online-Version der Roten Liste (<https://www.rote-liste-zentrum.de/>) abgeglichen. Die Arten aus der Roten Liste wurden in den jeweiligen Tabellen farblich markiert und die eingestufte Kategorie angegeben. In Tabelle 2 befinden sich eine gekürzte Fassung der Gefährdungskategorien der Roten Liste. Arten, die nicht gefährdet sind oder für die die Datenlage unzureichend ist, wurden nicht markiert.

Tabelle 2: Die Gefährdungstufen der Roten Liste.

Kategorie	Bedeutung
0	ausgestorben oder verschollen
1	vom Aussterben bedroht
2	stark gefährdet
3	gefährdet
R	extrem selten
G	Gefährdung unbekannten Ausmaßes
V	Vorwarnliste

4 Aktueller Zustand und Bewertung

Für eine Gesamtbewertung eines Fließgewässers nach OGewV (2016) werden im Einzelnen der chemische Zustand und der ökologische Zustand bewertet und die Ergebnisse zusammengeführt. Wenn es sich bei dem Fließgewässer um ein künstliches oder stark verändertes Gewässer handelt, wie es im Fall der Oberen Wapel vorliegt, wird anstelle des ökologischen Zustands das ökologische Potenzial bewertet.

Der betroffene Wasserkörper „Obere Wapel + Nebengewässer (Bekhauser Bäke)“ mit der Nummer 26010 gehört zur Flussgebietseinheit Weser und zum Bearbeitungsgebiet Unterweser (26). Die letzte offizielle Bewertung des ökologischen Potenzials und des chemischen Zustands liegt mit dem Wasserkörpersteckbrief aus dem Jahr 2016 (BfG, 2016) für den Bewertungszeitraum 2010-2015 vor und dient als Grundlage für den aktuellen Bewirtschaftungszeitraum 2016-2021. Innerhalb des Untersuchungsgebietes gibt es drei operative Messstellen 2. Ordnung: „uh Molkerei Ammerland“ (Messstellennummer 94242672) und „Heubült“ (Messstellennummer 94242591), die beide flussaufwärts des in der Wapel untersuchten Abschnitts liegen, sowie „Rosenberg“ (Messstellennummer 94242661) unterhalb der Einmündung der Bekhauser Bäke. (vgl. Abbildung 1)

Im Folgenden werden die Bewertungen der verschiedenen Komponenten aus dem letzten Wasserkörpersteckbrief von 2016 kurz zusammengefasst und wenn vorhanden um spätere behördliche Daten sowie die eigenen Untersuchungen bzw. Messungen ergänzt.

4.1 Chemischer Zustand

Der chemische Zustand des Unterlaufs der Oberen Wapel und seiner Nebengewässer wurde für den Zeitraum 2010-2015 mit „nicht gut“ bewertet, weil die Umweltqualitätsnorm (UQN) für den Quecksilbergehalt und Quecksilberverbindungen überschritten wurde. Neuere Daten liegen nicht vor.

4.2 Ökologisches Potenzial

Das ökologische Potenzial wird aus den biologischen QK gemäß Anlagen 3 und 4 OGewV (2016) abgeleitet. Die hydromorphologischen und physikalisch-chemischen und chemischen QK sind mit ihren Bewertungen lediglich Hilfskomponenten für die biologischen QK. In Anlage 7 OGewV (2016) sind Grenzwerte der physikalisch-chemischen Parameter für den sehr guten und guten ökologischen Zustand bzw. das höchste und gute ökologische Potenzial definiert. Die Umweltqualitätsnormen (UQN) der Stoffe der chemischen QK befinden sich in Anlage 6 OGewV (2016). Wird eine dieser Normen nicht eingehalten, kann das Gewässer höchstens mit dem mäßigen ökologischen Zustand bzw. ökologischen Potenzial bewertet werden.

Die Einstufungen gehen bei diesen unterstützenden Komponenten von „sehr gut“ bis „mäßig“. Selbst eine mäßige Bewertung dieser QK muss ein gutes oder sehr gutes Potenzial der biologischen Komponenten nicht verschlechtern, sofern absehbar ist, dass das Erreichen oder Aufrechterhalten eines guten Potenzials der biologischen Qualitätskomponenten nicht verhindert oder gefährdet wird.

4.2.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

Zu den hydromorphologischen QK der Fließgewässer gehören der Wasserhaushalt mit den Parametern Abfluss und Abflussdynamik sowie Verbindung zu Grundwasserkörpern, und die Durchgängigkeit des Fließgewässers. Zusätzlich werden morphologische Gesichtspunkte wie Tiefen- und Breitenvariation, Struktur und Substrat des Bodens sowie die Struktur der Uferzone betrachtet.

Aktuell gilt der Unterlauf der „Oberen Wapel + Nebengewässer“ als erheblich verändert (BfG, 2016). Im 1. Bewirtschaftungszeitraum wurde die Morphologie in der Oberen Wapel als „schlechter als gut“ eingestuft. Bei der vorläufigen Einstufung im 2. Bewirtschaftungszeitraum wurden sowohl die Morphologie als auch die Durchgängigkeit mit „schlechter als gut“ bewertet. (NLWKN, 2020)

4.2.2 Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden die physikalisch-chemische QK nicht vollständig beprobt, sondern lediglich die Parameter Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert sowie Sauerstoffgehalt und -sättigung aufgenommen.

Während der eigenen Untersuchungen entsprachen Temperatur, Salinität und pH-Wert bis auf eine Ausnahme den Erwartungen, da sie nur gering von den Messungen des NLWKN der vergangenen Jahre abwichen (siehe Tabelle 3). Die Temperatur lag zwischen 16 und 20 °C, wobei die höheren Temperaturen an „Wapeldorf 10“ auch auf die geringe Wassertiefe zurückzuführen sind. Die Leitfähigkeit war in der Wapel im moderaten Bereich, an den Stationen „Wapeldorf 9“ und „Wapeldorf 10“ war sie deutlich erhöht und an den anderen Messstellen eher gering. Beim Sauerstoffgehalt und der Sauerstoffsättigung ließ sich ein Unterschied zwischen Wapel und den anderen Messstellen ausmachen. Dieser ist wahrscheinlich auf die deutlich höhere Fließgeschwindigkeit der Wapel zurückzuführen. Sehr auffällig ist die erhöhte Leitfähigkeit und der extrem niedrige pH-Wert an den Stationen „Wapeldorf 9“ und „Wapeldorf 10“. Möglicherweise ist das in diesem Bereich kleinflächig auf den Einfluss sulfatsaurer Böden zurückzuführen.

In Gebieten mit marinen Sedimentablagerungen, die hohe Schwefelgehalte – meist Sulfat aus dem ursprünglichen Meerwasser – aufweisen, bilden sich aus eisenhaltigen Feinsedimenten und organischen Bestandteilen wie Torf u.a. Sulfide, insbesondere Eisensulfide (Pyrite). Diese Sulfide lagern unter Luftabschluss im Boden und sind hier stabil. Betroffene Gebiete sind häufig die küstennahen Gebiete in Niedersachsen.

Werden die pyrithaltigen Böden bewegt (Baumaßnahmen, Aushub etc.) wird das Sulfid aus dem Pyrit bei Kontakt mit dem Luftsauerstoff zu Sulfat oxidiert. Insbesondere in Torf- und Moorregionen mit niedrigen pH-Werten, wie sie im Untersuchungsgebiet vorliegen, entsteht dann aus dem Sulfat die anorganische und stark ätzende Schwefelsäure. In Abhängigkeit von der bodeneigenen Säureneutralisationskapazität (vor allem durch Carbonate wie Kalk) können so erhebliche Mengen an Schwefelsäure freigesetzt werden. Reicht die Säureneutralisationskapazität eines pyrithaltigen Bodens, Sediments oder Torfs nicht aus, um die Säurebildung aufgrund von Oxidationsprozessen zu puffern, spricht man von potenziell sulfatsauren Böden, auch kurz „PASS-Böden“ genannt, aus dem Englischen für „potential acid sulfate soils“.

PASS-Böden haben ein hohes Gefährdungspotenzial für die Umwelt durch

- extreme Versauerung des Bodens ($\text{pH} < 4,0$), die zu Pflanzenschäden führt bzw. Pflanzenwachstum verhindert,
- erhöhte Aluminium- und Schwermetalllöslichkeiten und damit Verfügbarkeiten und Konzentrationen im Sickerwasser,
- Freisetzung von Eisenoxid, das zur Verockerung von Dränrohren und Gräben führt,
- Auswirkungen auf die aquatische Flora und Fauna in wasserführenden Gräben durch extrem niedrige pH-Werte,
- deutlich erhöhte Sulfatkonzentrationen im Boden- bzw. im Sickerwasser,
- große Korrosionsgefahr für Beton- und Stahlkonstruktionen.

In Bezug auf die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sind hier die hydromorphologischen Qualitätskomponenten „Morphologie“ („Struktur und Substrat des Bodens“), die allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten „Versauerungszustand“ und „Salzgehalt“ sowie die biologischen Qualitätskomponenten und damit das ökologische Potenzial betroffen.

Im Niedersächsischen Bodeninformationssystem (NIBIS⁸) ist das Untersuchungsgebiet teilweise als „Niedermoortorfe im Küstenholozän, z.T. mit sulfatsaurem Material“ gekennzeichnet. Die extrem niedrigen pH-Werte traten jedoch nur in einem Graben mit den Stellen „Wapeldorf 9“ und „Wapeldorf 10“ auf.

Daten des NLWKN zu den physikalisch-chemischen Messgrößen lagen ab dem Jahr 2015 vor. Diese Daten spiegeln bei den Parametern die eigenen Werte in Bezug auf Temperatur und auch Leitfähigkeit, mit den oben genannten Ausnahmen, wider. Sauerstoffgehalt und -sättigung entsprechen in der Wapel ebenfalls den eigenen Werten. In den kleineren, umgebenden Gräben fallen Sauerstoffgehalt und -sättigung niedriger aus.

⁸ <https://nibis.lbeg.de/cardomap3>

Tabelle 3: Messdaten der Multisonde (YSI ProDSS), die während der Beprobung im geplanten Windpark Wapeldorf Nord erhoben wurden.

Datum	Gewässer	Station	Temperatur [°C]	Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]	pH-Wert	O ₂ -Sättigung [%]	O ₂ -Gehalt [$\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$]
16.06.2020	Wapel	1a	16,9	953,6	7,22	83,9	8,11
16.06.2020	Wapel	1b	18,6	1.016,0	7,29	97,2	9,06
16.06.2020		2 und 3	ausgetrocknet				
16.06.2020	Dränggraben	4	18,6	239,7	6,50	43,4	4,05
16.06.2020	Dränggraben	5	19,4	227,0	6,76	58,2	5,35
16.06.2020	Dränggraben	6	20,2	210,9	6,80	77,4	7,00
16.06.2020		7 und 8	ausgetrocknet				
16.06.2020		9	20,0	4.047,2	2,48	59,7	5,37
16.06.2020		10	20,3	1.490,8	2,97	76,0	6,85
16.06.2020	Wapeldorfer Plaggengraben	11	14,1	191,7	6,28	34,4	3,54
16.06.2020	Wapeldorfer Plaggengraben	12	18,1	291,8	6,59	27,6	2,61

4.2.3 Chemische Qualitätskomponenten

Für die synthetischen und nicht-synthetischen flussgebietsspezifischen Schadstoffe nach Anlage 6 OGewV (2016) wurden keine Überschreitungen der UQN im Wasserkörpersteckbrief (BfG, 2016) vermerkt. Aktuellere Daten lagen nicht vor.

4.2.4 Biologische Qualitätskomponenten

4.2.4.1 Phytoplankton

Phytoplankton ist für diesen Fließgewässertyp nicht relevant (BfG, 2016).

4.2.4.2 Makrophyten und Phytobenthos

Diese Qualitätskomponente setzt sich aus den drei Kompartimenten Makrophyten, benthische Diatomeen und Phytobenthos ohne Diatomeen zusammen, wobei für diese Untersuchung die Diatomeen nicht beprobt und das Phytobenthos ohne Diatomeen nur begleitend betrachtet wurde, wenn makroskopisch sichtbare Aufwüchse zu erkennen waren.

Ergebnisse aus den Vorjahren

Bei den Untersuchungen des Moduls Makrophyten wurden die Makrophytenvegetation und die Diatomeengesellschaft erfasst und zu einer Gesamtbewertung verschnitten. Im 2016 veröffentlichten Wasserkörpersteckbrief (BfG, 2016) wurde das Modul Makrophyten in der Oberen Wapel mit dem unbefriedigenden ökologischen

Potenzial (ÖZK 4) bewertet. Die vorläufigen Daten aus dem zweiten Bewirtschaftungszeitraum (NLWKN, 2020) ergeben eine Bewertung mit dem mäßigen ökologischen Potenzial (ÖZK 3, Vor-Vorentwurf).

Aktuelle Ergebnisse 2020

Die Ergebnisse der Makrophytenkartierung im Jahr 2020 sind in Tabelle 4 zusammengefasst und werden in den folgenden Abschnitten diskutiert. Die Beprobung wurde Mitte Juni, also zu Beginn des empfohlenen Kartierungszeitraums durchgeführt. Es wurden jeweils Abschnitte von etwa 30 m Länge beprobt. Das Modul Makrophyten konnte mit dem Auswertetool PHYLIB an den Stationen „Wapeldorf 1b“ und „Wapeldorf 9+10“ gesichert bewertet werden. In die gutachterliche Einschätzung floss außerdem der begleitend aufgenommene Algen-Aspekt mit ein, der jedoch nicht in die PHYLIB-Bewertung einging. In Tabelle 11 des Anhangs (Kapitel 8) sind die Gesamtergebnisse der PHYLIB-Auswertung nachzulesen.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Bewertung des ökologischen Potenzials an den Gräben im geplanten Windpark Wapeldorf Nord.

Gewässer	Stationsbezeichnung	Bewertung Makrophyten	Gesamtbewertung, gutachterliche Einschätzung
Wapel	Wapeldorf Nord 1a	3 (mäßig)	4 (unbefriedigend)
Wapel	Wapeldorf Nord 1b	3 (mäßig)	4 (unbefriedigend)
Dränggraben	Wapeldorf Nord 4-6	5 (schlecht)	5 (schlecht)
	Wapeldorf Nord 9+10	5 (schlecht)	5 (schlecht)
Wapeldorfer Plagengraben	Wapeldorf Nord 11+12	5 (schlecht)	5 (schlecht)

Wapel

Beide Stationen in der Wapel wurden mit dem mäßigen ökologischen Potenzial (ÖZK 3) bewertet. Die Messstelle „Wapeldorf 1a“ wies insgesamt fünf Makrophyten-Taxa auf (vgl. Tabelle 5) bei einem Deckungsgrad von 5 %. *Lemna minor* wird für diesen Gewässertyp als Störzeiger eingestuft, die übrigen gefundenen Arten als Begleitarten. Typspezifische Referenzarten wurden nicht gefunden. An der Station „Wapeldorf 1b“ wurden insgesamt vier Makrophyten-Arten erfasst (vgl. Tabelle 6) bei einer Gesamtdeckung von 80 %. Alle Arten wurden als Begleitarten eingestuft, wobei zu beachten ist, dass es sich bei *Potamogeton trichoides* um eine geschützte Art handelt (Vorwarnliste). Außerdem wurde ein makroskopisch erkennbarer Bewuchs mit der für diesen Gewässertyp als Begleitart eingestuften fädigen Grünalge *Spirogyra sp.* festgestellt. Da von einem hohen Nährstoffeintrag durch die landwirtschaftliche Nutzung ausgegangen werden kann, das Gewässer eher artenarm war und deutliche Flussregulierungen aufwies, kann die Wapel aus

gutachterlicher Sicht um eine Stufe auf das unbefriedigende ökologische Potential (ÖZK 4) herabgestuft werden.

Die Artenzusammensetzung der Makrophyten-Vegetation an den Stationen „Wapeldorf 1a“ und „Wapeldorf 1b“ ähnelte den im ersten und zweiten Bewirtschaftungszeitraum (BfG, 2016; NLWKN, 2020) erhobenen Daten. Die Bewertung des Moduls Makrophyten ergab jeweils ein mäßiges ökologisches Potenzial (ÖZK 3), das nach einer gutachterlichen Einschätzung auf das unbefriedigende ökologische Potenzial (ÖZK 4) herabgestuft wurde und damit die Ergebnisse aus den Vorjahren gut ergänzt.

Tabelle 5: Liste der an der Station „Wapeldorf 1a“ gefundenen Makrophyten-Arten.

Makrophyten	Wissenschaftlicher Name
Wasserstern	<i>Callitriche sp.</i>
Kleine Wasserlinse	<i>Lemna minor</i>
Rohrglanzgras	<i>Phalaris arundinacea</i>
Schwimmendes Laichkraut	<i>Potamogeton natans</i>
Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut	<i>Potamogeton pusillus</i>

Tabelle 6: Liste der an der Station „Wapeldorf 1b“ gefundenen Makrophyten-Arten. Arten der Roten Liste sind farblich markiert.

Makrophyten	Wissenschaftlicher Name
Rohrglanzgras	<i>Phalaris arundinacea</i>
Schilfrohr	<i>Phragmites australis</i>
Schwimmendes Laichkraut	<i>Potamogeton natans</i>
Haarblättriges Laichkraut	<i>Potamogeton trichoides</i> , RL: V

Drängraben

Tabelle 7: Liste der im Drängraben gefundenen Makrophyten-Arten. Arten der Roten Liste sind farblich markiert.

Makrophyten	Wissenschaftlicher Name
Wasserstern	<i>Callitriche sp.</i>
Teich-Schachtelhalm	<i>Equisetum fluviatile</i>
Flatter-Binse	<i>Juncus effusus</i>
Rohrglanzgras	<i>Phalaris arundinacea</i>
Schilfrohr	<i>Phragmites australis</i>
Laichkraut	<i>Potamogeton sp.</i>
Sumpf-Blutauge	<i>Potentilla palustris</i> , RL: V

Am Drängraben wurden insgesamt drei Abschnitte von etwa 20 m Länge genauer untersucht. Betrachtet man die gesamte Länge des Grabens, betrug die Deckung insgesamt nur 5 %. Es konnten sieben Makrophyten-Arten gefunden werden (siehe Tabelle 7), von denen zwar keine als typspezifische Referenzart eingestuft wurde,

mit *Potentilla palustris* kam jedoch eine Art der Roten Liste vor. Die PHYLIB-Bewertung des Drängrabens ergab ein schlechtes ökologisches Potential (ÖZK 5), was aus gutachterlicher Sicht bestätigt werden kann. Die durch die PHYLIB-Software berechnete Helophyten dominanz wirkt sich negativ auf die Bewertung des Standortes aus. Es ist zudem von einem hohen Nährstoffeintrag durch die starke landwirtschaftliche Nutzung des Umlandes auszugehen. Außerdem wies das Gewässer eine starke Verockerung auf, die möglicherweise durch Entwässerung und die Absenkung des Grundwassers bedingt ist und die Entwicklung aquatischer Lebewesen erheblich einschränken kann.

Station Wapeldorf 9+10

An den Stationen „Wapeldorf 9+10“ wurde eine Makrophytenverödung festgestellt, die zu einer Bewertung der Standorte mit dem schlechten ökologischen Potenzial (ÖZK 5) führte. Als Begründung kann eine Versauerung angegeben werden. Der pH-Wert lag mit 2,48 bzw. 2,97 sehr niedrig bei gleichzeitig hoher Leitfähigkeit ($4.047,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ bzw. $1.490,8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), die ebenso das Wachstum aquatischer Makrophyten beeinträchtigen kann (vgl. Tabelle 3). Wie in Kapitel 4.2.2 diskutiert, sind diese abweichenden Werte vermutlich auf den Einfluss sulfatsaurer Böden zurückzuführen. Daher ist aus gutachterlicher Sicht die Bewertung des Gewässers mit dem schlechten ökologischen Potenzial (ÖZK 5) plausibel.

Wapeldorfer Plaggengraben

Im Wapeldorfer Plaggengraben wurden zwei Abschnitte von etwa 20 m Länge beprobt. Die Gesamtdeckung betrug auf den gesamten Graben bezogen 50 %. Insgesamt wurden vier Makrophyten-Taxa gefunden. Eine Zusammenfassung befindet sich in Tabelle 8. Mit *Lemna minor* ging eine einzige Art in die Bewertung ein, die als Störzeiger eingestuft wurde. Aufgrund des anzunehmenden hohen Nährstoffeintrags aus dem landwirtschaftlich geprägten Umland sowie der Artenarmut der Makrophyten-Gesellschaft und der Ufervegetation kann die Bewertung mit dem schlechten ökologischen Potenzial (ÖZK 5) aus gutachterlicher Sicht bestätigt werden.

Tabelle 8: Liste der im Wapeldorfer Plaggengraben gefundenen Makrophyten-Taxa.

Makrophyten	Wissenschaftlicher Name
Wasserstern	<i>Callitriche sp.</i>
Knäuel-Binse	<i>Juncus conglomeratus</i>
Flatter-Binse	<i>Juncus effusus</i>
Kleine Wasserlinse	<i>Lemna minor</i>

4.2.4.3 Makrozoobenthos

Die Qualitätskomponente Makrozoobenthos wurde im aktuellen Wasserkörpersteckbrief von 2016 (BfG, 2016) für den gesamten Wasserkörper „Obere Wapel und Nebengewässer“ mit „schlecht“ (5) bewertet, wobei das Modul Degradation

als „schlecht“ (5) eingestuft wurde. Eine Bewertung des Moduls Saprobie war nicht möglich. Im 2. Bewirtschaftungszeitraum wurden sowohl die Degradation als auch das Modul Makrozoobenthos vorläufig insgesamt mit 5 („schlecht“) bewertet (NLWKN, 2020). Eine Bewertung des Moduls Saprobie war hier ebenfalls nicht möglich. Die Degradation spiegelt die Auswirkungen verschiedener Stressoren (z.B. schlechte Gewässermorphologie aufgrund fehlender Habitatstrukturen, Einfluss von Schadstoffen etc.) und die Saprobie die Auswirkungen von organischen Verschmutzungen auf die Gesellschaften wider.

Die Ergebnisse der Makrozoobenthos-Beprobung im Jahr 2020 sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

An den beiden Stationen in der Wapel wurden insgesamt 29 Makrozoobenthos-Arten gefunden, von denen *Prodiamesa olivacea* als Strukturzeiger eingestuft wurde.

Der Wapeldorfer Plaggengraben wies mit insgesamt 38 Arten eine etwas höhere Diversität auf. Mit *Anaceana globulus* und *Helophorus arvernici* wurden hier zwei Strukturzeiger gefunden, jedoch kamen ebenfalls zwei Störzeiger vor: *Asellus aquaticus* und *Radix balthica*.

Der Dränggraben wies wie die Wapel insgesamt 29 Makrozoobenthos-Arten auf, von denen *Helophorus arvernici* und *Prodiamesa olivacea* als Strukturzeiger eingestuft wurden. An dieser Stelle kam ebenfalls die als Störzeiger eingestufte Art *Asellus aquaticus* vor.

Im Graben der beiden Messstellen „Wapeldorf 9+10“ war die Diversität am geringsten. Hier wurden lediglich 10 Makrozoobenthos-Arten gefunden. Es kam wieder die Art *Helophorus arvernici* vor, die für diesen Gewässertyp als Strukturzeiger eingestuft wird.

Großmuscheln konnten in keinem der Gewässer des geplanten Windparks Wapeldorf Nord gefunden werden. Unter anderem verhindert hier die Sedimentbeschaffenheit (überwiegend schlammig, feines organisches Material) eine Ansiedlung dieser Organismengruppe. Außerdem wiesen sowohl der Dränggraben als auch der Wapeldorfer Plaggengraben einen niedrigen Sauerstoffgehalt auf und im Graben der beiden Stationen „Wapeldorf 9 + 10“ kann der niedrige pH-Wert eine weitere Ursache für das Fehlen einer Großmuschelpopulation darstellen.

Tabelle 9: Liste der in den Gewässern des geplanten Windparks Wapeldorf Nord gefundenen Makrozoobenthos-Taxa. Zusätzlich sind hier die ökologische Einstufung nach PERLODES (Ökologie) sowie die Gefährdungsstufe (Rote Liste) erwähnt. (-1, -2 = Störungszeiger, 1, 2 = Strukturzeiger, V = Vorwarnliste).

Taxonomie					Ökologie		Standort Wapeldorf Nord			
Artname	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Öko-logie	Rote Liste	Wapel	Wapeldorfer Plaggengraben	Drän-graben	Mess-stellen 9+10
<i>Agabus bipustulatus</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0				x	
<i>Agabus sturmii</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0			x		
<i>Anacaena globulus</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	1			x		
<i>Arrenurus mediorotundatus</i>	Arthropoda	Arachnida	Trombidiformes	Arrenuridae	0				x	
<i>Asellus aquaticus</i>	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	-1			x	x	
<i>Aulodrilus pluriset</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0		x	x	x	x
<i>Baetis vernus</i>	Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	0		x			
<i>Candona candida</i>	Arthropoda	Ostracoda	Podocopida	Candonidae			x	x	x	
<i>Chaetogaster diastrophus</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0		x	x		
<i>Chironomus annularius</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0		x			
<i>Chironomus luridus</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0		x	x		
<i>Chironomus nudatarsis</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0					x
<i>Chironomus pallidivittatus</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0		x			x
<i>Chironomus riparius</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0		x	x		
<i>Conchapelopia melanops</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0				x	
<i>Corixa punctata</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	0		x	x		
<i>Corynoneura scutellata</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0				x	
<i>Cricotopus bicinctus</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0		x			

Taxonomie					Ökologie		Standort Wapeldorf Nord			
Artname	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Ökologie	Rote Liste	Wapel	Wapeldorfer Plaggengraben	Drän-graben	Messstellen 9+10
<i>Cricotopus sylvestris</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0		x			
<i>Culex pipiens</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Culicidae	0		x			
<i>Culicoides</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Ceratopogonidae	0			x		
<i>Dero digitata</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0		x			
<i>Dytiscus marginalis</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0			x		
<i>Graptodytes granularis</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0				x	
<i>Haliphus lineatocollis</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Haliplidae	0			x	x	
<i>Haliphus sibiricus</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Haliplidae	0		x			
<i>Helophorus aequalis</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Helophoridae	0			x	x	x
<i>Helophorus arvernicus</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Helophoridae	2			x	x	x
<i>Helophorus brevipalpis</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Helophoridae	0			x	x	x
<i>Helophorus grandis</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Helophoridae	0			x		
<i>Helophorus obscurus</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Helophoridae				x	x	x
<i>Hesperocorixa sahlbergi</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	0			x	x	
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0		x	x	x	
<i>Hydra viridissima</i>	Cnidaria	Hydrozoa	Anthoathecata	Hydridae	0			x	x	
<i>Hydra vulgaris</i>	Cnidaria	Hydrozoa	Anthoathecata	Hydridae	0			x		
<i>Hydrobius fuscipes</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	0			x		
<i>Hydroporus incognitus</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0			x		
<i>Hydroporus palustris</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0			x		
<i>Laccophilus hyalinus</i>	Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Dytiscidae	0		x			

Taxonomie					Ökologie		Standort Wapeldorf Nord			
Artname	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Ökologie	Rote Liste	Wapel	Wapeldorfer Plaggengraben	Drän-graben	Messstellen 9+10
<i>Limnephilus extricatus</i>	Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Limnephilidae	0				x	
<i>Limnodrilus claparedianus</i>	Annelida	Clitellata	Haplotaxida	Naididae			x			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0		x		x	
<i>Micropsectra roseiventris</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0			x		
<i>Nais communis</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0		x	x	x	
<i>Natarsia punctata</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0				x	
<i>Nepa cinerea</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Nepidae	0			x		
<i>Orthocladus obliques</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0		x			
<i>Pisidium subtruncatum</i>	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Pisidiidae	0			x	x	
<i>Prionocera subsericornis</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	0			x		
<i>Pristina aequisetata</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0		x		x	
<i>Pristina longisetata</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0			x		
<i>Proasellus coxalis</i>	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Asellidae	0		x	x	x	x
<i>Prodiamesa olivacea</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	1		x		x	
<i>Radix balthica</i>	Mollusca	Gastropoda	Panpulmonata	Lymnaeidae	-1			x		
<i>Satchelliella trivialis</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	0			x	x	
<i>Sigara distincta</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	0		x			
<i>Sigara dorsalis</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	0		x			
<i>Sigara falleni</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	0		x			
<i>Sigara fossarum</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	0		x			
<i>Sigara nigrolineata</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae						x

Taxonomie					Ökologie		Standort Wapeldorf Nord			
Artname	Stamm	Klasse	Ordnung	Familie	Ökologie	Rote Liste	Wapel	Wapeldorfer Plaggengraben	Drän-graben	Messstellen 9+10
<i>Sigara striata</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Corixidae	0		x			x
<i>Slavina appendiculata</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0			x		
<i>Stylaria lacustris</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0		x	x		
<i>Tanytarsus buchonius</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0				x	
<i>Tubifex tubifex</i>	Annelida	Clitellata	Tubificida	Naididae	0			x	x	
<i>Velia caprai</i>	Arthropoda	Insecta	Hemiptera	Veliidae				x	x	
<i>Zavreliomyia melanura</i>	Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	0			x	x	

4.2.4.4 Fischfauna

Die Fischfauna wurde im Wasserkörpersteckbrief von 2016 (BfG, 2016) für den gesamten Wasserkörper als „schlecht“ (5) eingestuft. Aus dem zweiten Bewirtschaftungszeitraum liegt für dieses Modul bisher keine Bewertung vor (NLWKN, 2020).

Aktuelle Daten zum Fischbestand aus dem Unterlauf der oberen Wapel und Nebengewässer wurden vom Niedersächsischen Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES, 2020) für die Messstrecke „Wapel (Rosenberg)“, die flussaufwärts der beiden im Jahr 2020 beprobten Stationen liegt, aus dem Jahr 2019 zur Verfügung gestellt. Insgesamt wurden hier 11 Fisch-Arten gefunden. Dominiert wurde die Gesellschaft vom Gründling (*Gobio gobio*), gefolgt vom Rotaugen/Plötze (*Rutilus rutilus*), dem Moderlieschen (*Leucaspis delineatus*) und dem Aal (*Anguilla anguilla*). Das Moderlieschen und der Aal sind laut Roter Liste geschützt: Das Moderlieschen steht auf der Vorwarnliste, der Aal ist bereits stark gefährdet.

Bei den eigenen Beprobungen des Fischbestandes mittels eDNA konnte im Sommer 2020 im Untersuchungsgebiet keine Art nachgewiesen werden. Die Probe aus der Wapel war leider nicht korrekt fixiert, so dass dazu keine aktuellen Ergebnisse vorliegen. In den übrigen drei beprobten Gräben wurden keine Fische gefunden. Aufgrund der starken Verockerung stellt der Dränggraben für Fische kein geeignetes Habitat dar. In solchen Gewässern wird die Kiemenatmung durch die Anlagerung von gelöstem zweiwertigem Eisen bzw. dessen Ausfällung als dreiwertiges Eisenhydroxid verhindert (LLUR). Im Graben mit den Stationen 9 und 10 wurde eine starke Versauerung festgestellt. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass unterhalb eines pH-Wertes von 4,5 in den unterschiedlichsten Gewässern so gut wie keine Fische mehr vorkommen. So wurde in einer umfangreichen finnischen Studie beispielweise nachgewiesen, dass das Rotaugen (*Rutilus rutilus*) schon bei pH-Werten zwischen 6,1 und 6,5 deutlich geschädigt wird, bei Werten zwischen 5,1 und 5,5 sind bereits 60% abgestorben und unter 5 kann die Art nicht mehr überleben (Rask et al., 1995). Der Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) ist deutlich toleranter. Erste geringe Beeinträchtigungen treten erst bei pH-Werten zwischen 5,1 und 5,5 auf, bei Werten knapp unter 5 sind aber schon über 60 % geschädigt oder abgestorben (Rask et al., 1995). In einer niederländischen Untersuchung wurden grundsätzlich in Gewässern mit einem pH-Wert unterhalb von 5 so gut wie keine Fische gefunden (Leuven & Oyen, 1987).

4.2.5 Zusammenfassung aktuelle Bewertung

In Tabelle 10 sind die aktuellen Bewertungen (BfG, 2016) sowie die vorläufigen Ergebnisse aus dem zweiten Bewirtschaftungszeitraum (NLWKN, 2020) des Wasserkörpers „Obere Wapel + NG“ zusammengefasst. In beiden Bewirtschaftungszeiträumen wurde das Gewässer insgesamt mit dem schlechten ökologischen Po-

tenzial (ÖZK 5) bewertet. Im ersten Bewirtschaftungszeitraum wurden keine Überschreitungen der UQN der flussgebietsspezifischen Schadstoffe nach Anlage 6 OGewV (2016) festgestellt.

Tabelle 10: Bewertung der verschiedenen Qualitätskomponenten bzw. Kompartimente in der „Oberen Wapel + NG“ laut Wasserkörpersteckbrief (BfG, 2016) und vorläufige Ergebnisse des 2. Bewirtschaftungszeitraums (NLWKN, 2020).

Qualitätskomponente / Kompartiment	Obere Wapel + Nebengewässer	
	Bewertungszeitraum 2010-2015	Bewertungszeitraum 2016-2021
Fische	schlecht (5)	Daten liegen nicht vor
Makrozoobenthos	schlecht (5)	schlecht (5)
Degradation	schlecht (5)	schlecht (5)
Saprobie	Bewertung nicht möglich	Bewertung nicht möglich
Makrophyten / Phytobenthos	unbefriedigend (4)	mäßig (3)
Makrophyten	schlecht (5)	unbefriedigend (4)
benthische Diatomeen	gut (2)	gut (2)
Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD)	nicht relevant	nicht relevant
Phytoplankton	nicht relevant	nicht relevant
Flussgebietsspezifische Schadstoffe	keine Überschreitung	Daten liegen nicht vor
Ökologisches Potenzial (gesamt)	schlecht (5)	schlecht (5)
Chemischer Zustand	Nicht gut (3)	Daten liegen nicht vor

Bei den Untersuchungen im Jahr 2020 sollte keine umfassende Fließgewässerbewertung nach der Wasserrahmenrichtlinie erfolgen, sondern lediglich ein Überblick über die vorkommenden Organismengemeinschaften gegeben werden, um festzustellen, ob Referenzarten bzw. wertgebende Arten vorkommen, die möglicherweise Bewertungen nach WRRL verbessern würden. So können potenzielle Auswirkungen des geplanten Windparks auf die Biologie der Gewässer beurteilt und Maßnahmen zur Erhaltung bzw. Verbesserung des Zustands empfohlen werden. Lediglich das Kompartiment Makrophyten wurde mittels einer verkürzten Form des PHYLIB-Verfahrens bewertet, und zwar an den beiden Stationen der Wapel mit dem unbefriedigenden ökologischen Potenzial (ÖZK 4) und in den übrigen drei beprobten Gewässern mit dem schlechten ökologischen Potenzial (ÖZK 5). Die Ergebnisse der Makrozoobenthos-Beprobung ergaben eine Lebensgemeinschaft, die kaum für die Gewässer typischen Strukturzeiger enthält und damit nicht als wertvoll betrachtet werden kann.

5 Wirkfaktoren und betroffene Abschnitte

Im landschaftspflegerischen Begleitplans (LBP) zum wasserrechtlichen Planfeststellungsverfahren sind die Wirkfaktoren und die möglichen Konflikte auf die verschiedenen Schutzgüter ausführlich erläutert (Diekmann • Mosebach & Partner, 2020). Die für die Beurteilung der Umsetzung der WRRL relevanten Wirkfaktoren werden hier zusammenfassend noch einmal aufgeführt.

Baubedingte Wirkfaktoren

- Verlust von Lebensraum durch Zuschüttung bzw. Verrohrung von Gräben
- Schadstoffeinträge durch Baumaterialien und Baumaschinen
- Änderungen des Abflussregimes durch Zuschüttung von Gräben und dadurch Auswirkung auf die Gewässerorganismen

Anlagebedingte Wirkfaktoren

- Verlust von Lebensraum durch Zuschüttung bzw. Verrohrung von Gräben
- Zerschneidungseffekte durch die verrohrten und überbauten Gräben (Barrierewirkungen, verringerte Durchgängigkeit)
- Änderungen des Abflussregimes durch Zuschüttung von Gräben und dadurch Auswirkung auf die Gewässerorganismen

Betriebsbedingte Wirkfaktoren

- keine

Eine detaillierte Aufstellung der Stellen, an denen Gräben im Planungsgebiet verfüllt oder verrohrt werden sollen, sind dem landschaftspflegerischen Begleitplan (Diekmann • Mosebach & Partner, 2020) sowie den Lageplänen von K&R Ingenieure zu entnehmen.

Bei den Maßnahmen N-1 und N-2 sollen insgesamt 54 m Graben verfüllt und inklusive einer bestehenden Verrohrung 58 m mit DN 500 Rohren parallel zur Spohler Straße verrohrt werden. In diesen Gräben konnte im Frühjahr 2020 nur wenig und im Sommer 2020 kein Wasser gefunden werden, z.T. waren sie bereits mit terrestrischen Pflanzen bewachsen (Abbildung 2). Somit stellen die von den Maßnahmen betroffenen Gräben keinen durchgängigen und permanenten aquatischen Lebensraum dar.

Senkrecht zur Spohler Straße sollen 95 m Graben neu ausgehoben werden, dies schafft neuen aquatischen Lebensraum und ist daher aus gewässerökologischer Sicht gut zu heißen. Bei Maßnahme N-3 sollen 16 m Graben verfüllt werden und über eine 10 m Verrohrung (DN 500) zum neu hergestellten Graben umgeleitet werden. Von diesem soll über eine Verrohrung von 15 m (DN 500, Maßnahme N-4) eine Verbindung zu einem bereits vorhandenen Graben geschaffen werden. Der

von Maßnahme N-3 betroffene Graben führte bei beiden Begehungen keine bedeutenden Wassermengen und war bereits stark mit Sumpfvvegetation zugewachsen (Abbildung 3). Dieser Graben stellt demnach keinen durchgängigen und permanenten aquatischen Lebensraum dar. Der mittels Maßnahme N-4 an den neuen Graben angeschlossene Graben führte im Frühjahr 2020 viel Wasser (Abbildung 3), sodass über die Verrohrung die ökologische Durchgängigkeit zum neu angelegten Graben sicher gestellt werden muss.

Bei Maßnahme N-5 sollen 6 m eines Grabens, der in den Drängraben mündet, verfüllt und 11 m mit DN 500 verrohrt werden. Dieser Graben war im Frühjahr kaum wasserführend und im Sommer trocken, sodass eine Verrohrung hier unbedenklich ist (Abbildung 4).

Der Standort bei Maßnahme N-6 entspricht der im Jahr 2020 beprobten Messstelle „Wapeldorf 2“. Hier sollen 52 m Graben verfüllt und auf insgesamt 61 m offen verlegt werden, sodass sie um das Fundament der WEA herumführen. Dabei werden 10 m des Grabens mit DN 500 verrohrt. Da dieser Graben ebenfalls nicht dauerhaft wasserführend ist (Abbildung 5) und die kurze Verrohrung von 10 m die ökologische Durchgängigkeit nicht behindert, ist diese Maßnahme unbedenklich.

Der Drängraben soll bei Maßnahme N-7 auf 23 m verfüllt und durch Erstellung von 15 m neuem Graben umgeleitet und auf 12 m mit DN 600 verrohrt werden. Die teilweise starke Verockerung im Drängraben führte zu einem schlecht ausgebildeten Makrophyten-Bestand (Abbildung 6). Allerdings stellt dieser Gewässerabschnitt dennoch ein geeignetes Habitat für unterschiedliche Makrozoobenthos-Arten dar. Daher sollte die ökologische Durchgängigkeit im Rahmen der Baumaßnahmen erhalten bleiben.

Bei Maßnahme N-8 sollen 50 m eines Grabens verfüllt und um die WEA herum offen neu verlegt werden (63 m). Außerdem sollen 10 m eines Zuflusses verfüllt und durch eine DN 300 Verrohrung auf 9 m in den neu erstellten Graben umgeleitet werden. Auf der kurzen zu verfüllenden Strecke gibt es bereits eine Verrohrung zum Erreichen der Felder. Beide Gräben führten im Frühjahr Wasser, bei der Beprobung im Sommer war der Graben, der verlegt werden soll, jedoch trocken („Wapeldorf 7“, Abbildung 7). Der Graben, der verrohrt werden soll, führte auch im Sommer 2020 Wasser („Wapeldorf 9“, Abbildung 7). An der Station „Wapeldorf 9“ wurden ein sehr niedriger pH-Wert und eine Makrophytenverödung festgestellt, dennoch wurde hier Makrozoobenthos gefunden. Daher stellt der Graben einen durchgängigen und permanenten aquatischen Lebensraum dar und bei der Verrohrung muss auf den Erhalt der Durchgängigkeit für Makrozoobenthos geachtet werden. Aufgrund der vorhandenen Grabenbreite von ca. 1 m sollte deshalb für die Verrohrung mindestens ein DN 600 Rohr verwendet werden.



Abbildung 2: Gräben bei Maßnahmen N-1 (links) und N-2 (rechts). Diese Gräben führen nicht dauerhaft Wasser, sodass eine Verrohrung hier unbedenklich ist.



Abbildung 3: Gräben bei Maßnahme Nummer N-3 (links) und N-4 (rechts). Der Graben bei Maßnahme N-3 ist nicht dauerhaft wasserführend, sodass eine Verrohrung hier unbedenklich ist.



Abbildung 4: Der Graben bei Maßnahme Nummer N-5 war im Frühjahr kaum wasserführend.



Abbildung 5: Der Graben bei Maßnahme N-6 führte im Frühjahr (links) nach Regenschauern noch etwas Wasser, im Sommer war er trockengefallen (rechts).



Abbildung 6: Der Drängraben führte nur wenig Wasser und wies aufgrund der starken Verockerung wenige Makrophyten auf.



Abbildung 7: Die von Maßnahme N-8 betroffenen Gräben: Der Graben bei „Wapeldorf 7“ im Sommer (links) und bei „Wapeldorf 9“ im Frühjahr (rechts).

Im folgenden Kapitel werden die möglichen Auswirkungen an den betroffenen Abschnitten auf die verschiedenen Qualitätskomponenten erläutert.

6 Prognostizierte Effekte

6.1 Nicht-biologische Qualitätskomponenten

Im Folgenden werden die möglichen Effekte der Wirkfaktoren auf die hydromorphologischen und physikalisch-chemischen/chemischen Qualitätskomponenten geprüft. Dabei erfolgt keine detaillierte Einzelprüfung der Parameterwerte in Bezug auf die Einordnung in die Vorgaben der OGewV (2016) und in das bestehende Bewertungssystem, sondern es wird im Rahmen einer Überprüfung eine Einschätzung abgegeben, inwieweit die geplanten Maßnahmen überhaupt einen Einfluss auf das Gewässersystem der Oberen Wapel und ihrer Nebengewässer haben können. Die Einstufung ist damit rein verbal-argumentativ.

6.1.1 Hydromorphologische Qualitätskomponenten

Bei den zu verrohrenden Abschnitten gehen selbstverständlich natürliche Lebensraumstrukturen verloren. Wie bereits oben beschrieben sind einige der betroffenen Gräben jedoch über weite Strecken des Jahres trocken und damit kein durchgängiger und permanenter aquatischer Lebensraum für die entsprechenden Qualitätskomponenten.

Von den durch die Baumaßnahmen betroffenen Gräben des Gebiets sind nur die Gräben bei Maßnahme N-4, N-7 und N-8 dauerhaft wasserführend. Bei den Maßnahmen N-4 und N-7 ist die geplante Verrohrung aus hydromorphologischer Sicht unbedenklich, da sie die Fließgeschwindigkeit und den hydraulischen Stress aufgrund ausreichender Rohrdurchmesser (DN 500, DN 600) nicht messbar erhöhen wird. Auch die Herstellung neuer Gräben hat keinen Einfluss auf das Abflussregime.

Die aktuell geplante Verrohrung bei Maßnahme N-8 (DN 300) würde den Graben mit ca. 1 m Gewässerbreite (Abbildung 7) deutlich einengen, was zu einer Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und des hydraulischen Stresses führen kann. Daher wird hier aus gutachterlicher Sicht mindestens ein DN 600 Rohr empfohlen. Bei den nicht dauerhaft wasserführenden Gräben ist durch die Verlegung und die geplanten großen Rohrdurchmesser kein negativer Einfluss auf das Abflussregime zu erwarten.

Unter Berücksichtigung der Empfehlung für Maßnahme N-8 ist keine Beeinträchtigung des Verschlechterungsverbots oder des Verbesserungsgebotes der WRRL zu erwarten.

6.1.2 Physikalisch-chemische Qualitätskomponenten

Wie bereits oben beschrieben sind die physikalisch-chemischen Verhältnisse im gesamten Gebiet des geplanten Windsparks Wapeldorf Nord bis auf die Messstellen „Wapeldorf 9 + 10“ im erwarteten Bereich und für Biota geeignet. Einzig die Messstellen „Wapeldorf 9 + 10“ mit dem sehr niedrigen pH-Wert und der erhöhten Leitfähigkeit fallen hier ins Auge.

Solange darauf geachtet wird, dass keine Bauabwässer unkontrolliert in das Gewässersystem gelangen, wird es zu keiner Phase des Vorhabens (bau-, anlagen- und betriebsbedingt) zu Einleitungen kommen, die die physikalisch-chemischen Messgrößen nachhaltig verändern.

Insofern wird das Verschlechterungsverbot der WRRL nicht verletzt. Ebenso wird das Verbesserungsgebot der WRRL nicht beeinträchtigt.

6.1.3 Chemische Qualitätskomponenten

Es ist davon auszugehen, dass keine synthetischen oder nicht-synthetischen flussgebietsspezifische Stoffe in das Gewässersystem gelangen. Das Verschlechterungsverbot der WRRL wird darum nicht verletzt. Ebenso wird das Verbesserungsgebot der WRRL nicht beeinträchtigt.

6.2 Stoffe des chemischen Zustands nach Anlage 8, OGewV (2016)

Es wird hier davon ausgegangen, dass keine prioritären Stoffe oder prioritäre gefährliche oder bestimmte andere Schadstoffe (z.B. Schmierstoffe und Hydrauliköle der Baumaschinen während der Bauphase) in messbaren Konzentrationen in das Gewässersystem gelangen.

Das Verschlechterungsverbot der WRRL wird darum nicht verletzt. Ebenso wird das Verbesserungsgebot der WRRL nicht beeinträchtigt.

6.3 Biologische Qualitätskomponenten

6.3.1 Makrophyten

Die nicht dauerhaft wasserführenden Gräben im Maßnahmengebiet sind kein geeigneter Standort für Makrophyten. Daher beeinflussen die Maßnahmen N-1 - N-6 die Qualitätskomponente Makrophyten nicht.

Im Drängraben geht durch die Verrohrung von 12 m mit DN 600 (Maßnahme N-7) etwas Lebensraum für Makrophyten verloren. Durch den großen Rohrdurchmesser ist keine Veränderung der Fließgeschwindigkeit zu erwarten, sodass der Makrophytenbestand ober- und unterhalb der Maßnahme nicht beeinträchtigt wird. Hier muss während der Baumaßnahmen darauf geachtet werden, den Bestand von *Potentilla palustris* nicht zu schädigen, da es sich um eine geschützte Art handelt. Es wird eine ökologische Baubegleitung empfohlen, bei der Individuen dieser Art vorsichtig entnommen und an eine andere, von den Baumaßnahmen nicht betroffene, Stelle versetzt werden.

Bei Maßnahme N-8 sollen 9 m eines Grabens mit DN 300 verrohrt werden, in dem eine Makrophytenverödung festgestellt wurde. Obwohl der Graben damit keinen wertvollen Lebensraum für Makrophyten bietet, muss im Sinne der WRRL eine

Verschlechterung des ökologischen Potenzials ausgeschlossen werden. Daher sollte hier mindestens ein DN 600 Rohr genutzt werden, um die Fließgeschwindigkeit und damit die Bedingungen für Makrophyten nicht negativ zu beeinflussen.

Die im Wasserkörpersteckbrief (BfG, 2016) aufgeführten geplanten Maßnahmen

- Reduzierung von Nährstoffeinträgen
- Verbesserung von Habitaten im Gewässer- und Uferbereich durch Ufer- oder Sohlgestaltung
- Reduzierung der Belastung infolge von Geschiebeentnahmen und Unterhaltungsmaßnahmen
- etc.

werden durch die geplanten Maßnahmen nicht beeinträchtigt. Dadurch wird weder das Verschlechterungsverbot der WRRL verletzt noch das Verbesserungsgebot beeinträchtigt.

6.3.2 Makrozoobenthos

Durch eine fehlende Substratauflage aufgrund der glatten Oberfläche und der baulichen Beschaffenheit einer Verrohrung wird ein solcher Abschnitt für Makrozoobenthos-Organismen unpassierbar (biota, 2005; Reiss & Zipprich, 2014). Für den Erhalt der vertikalen Durchgängigkeit und der Rückzugsräume im Lückensystem des Sediments sollte deshalb in Verrohrungen eine Substratmächtigkeit von mindestens 20 cm gewährleistet sein (LUBW, 2008; Reiss & Zipprich, 2014). Außerdem darf es durch eine Verrohrung nicht zu ungünstigen Änderungen der Fließgeschwindigkeit kommen und es dürfen keine Sohlabstürze vorhanden sein, die ebenfalls eine unpassierbare Barriere für benthische Wirbellose darstellen (Reiss & Zipprich, 2014). Dazu kommt, dass die meisten Arten negativ phototaktisch sind, möglicherweise durch die veränderten Lichtverhältnisse irritiert werden und wieder flussabwärts driften können (biota, 2005). Die Wanderung von Makrozoobenthos flussaufwärts ist jedoch wichtig für die Fortpflanzung, den genetischen Austausch und die Wiederbesiedlung nach Extremsituationen wie Hochwasser (LUNG, 2005). Das Makrozoobenthos wurde im gesamten Wasserkörper mit „schlecht“ bewertet, dennoch muss die Durchgängigkeit für Makrozoobenthos erhalten bleiben, um dem Verschlechterungsverbot der WRRL zu genügen. Damit die Durchgängigkeit für Makrozoobenthos trotz Verrohrung bestehen bleibt, muss in die Rohre Substrat eingebracht werden oder sich dort ablagern können. Außerdem sollte aufgrund der Phototaxis die Verrohrung möglichst kurz sein und ein Lichteinfall gewährleistet sein.

Die nicht dauerhaft wasserführenden Gräben stellen für Makrozoobenthos keinen durchgängigen und permanenten Lebensraum dar, sodass die geplanten Maßnahmen hier keine Verschlechterung des ökologischen Potenzials für Makrozoobenthos bewirken (Maßnahmen N-1 bis N-3, N-5, N6). Um die Durchgängigkeit für Makrozoobenthos jedoch zu erhalten und damit dem Verschlechterungsverbot der WRRL

zu entsprechen, sollten die geplanten Verrohrungen zu ca. einem Drittel eingegraben werden. So werden Sohlabstürze vermieden und eine ausreichend dicke Sedimentschicht gewährleistet.

Bei Maßnahme N-4 ist darauf zu achten, dass das Rohr zu einem Drittel eingegraben wird, sodass ausreichend Sediment in das Rohr eingebracht wird und kein Sohlabsturz entsteht. Außerdem ist darauf zu achten, dass die Verrohrungen von Maßnahme N-3 und N-4 ausreichend Abstand zueinander haben, sodass die Verrohrungen sich nicht gegenseitig beschatten und für die Organismen zwei einzelne Wanderbarrieren darstellen. Optimal wäre hier eine offene Fortführung des neuen Grabens anstelle der Verrohrung bei N-4.

Im Drängaben wurde eine relativ diverse Makrozoobenthos-Gemeinschaft gefunden mit zwei für diesen Gewässertyp als Strukturzeiger eingestuften Arten. Daher ist bei Maßnahme N-7 besonders darauf zu achten, dass eine ausreichende Sedimentstärke im Rohr ausgebildet wird (z.B. durch Strukturelemente wie Steine, raues Profil) und es keinen Sohlabsturz gibt. Damit wird die Durchgängigkeit des Drängabens für Makrozoobenthos erhalten.

Der Graben, der bei Maßnahme N-8 auf 10 m verrohrt werden soll, wird bereits durch Makrozoobenthos besiedelt. Um hier die Durchgängigkeit zu erhalten, sollte mindestens ein DN 600 Rohr verwendet und zu ca. einem Drittel vergraben werden. So können eine ausreichende Sedimentstärke und ausreichender Lichteinfall gewährleistet werden.

Wenn die empfohlenen Änderungen beachtet werden, ist keine Beeinträchtigung des Verschlechterungsverbotes oder Verbesserungsgebotes der WRRL durch die Baumaßnahmen zu erwarten.

6.3.3 Fischfauna

Wie für das Makrozoobenthos auch, beeinflussen nur die Maßnahmen N-4, N-7 und N-8 die Durchgängigkeit der Gräben für Fische, da die weiteren von den Maßnahmen betroffenen Gräben nicht dauerhaft wasserführend sind.

Durch die kurze Verrohrung mit DN 600 im Drängaben (Maßnahme N-7) ist keine Einschränkung der Durchgängigkeit für Fische zu erwarten. Durch einen der Gewässerbreite entsprechenden Rohrdurchmesser bei Maßnahme N-8 (mindestens DN 600) und N-4 (hier eventuell auch offene Grabenführung) sind diese Verrohrungen auch für Fische durchgängig. Insbesondere, da der Drängaben aufgrund der starken Verockerung und der Graben bei „Wapeldorf 9“ aufgrund der starken Versauerung zurzeit kein geeignetes Habitat für Fische darstellen, ist unter Berücksichtigung der Empfehlungen kein negativer Effekt der Baumaßnahmen auf die Fischpopulation zu erwarten.

Die im Wasserkörpersteckbrief (BfG, 2016) aufgeführten geplanten Maßnahmen wie

- Reduzierung von Nährstoffeinträgen
- Verbesserung von Habitaten im Gewässer- und Uferbereich durch Ufer- oder Sohlgestaltung
- Reduzierung der Belastung infolge von Geschiebeentnahmen und Unterhaltungsmaßnahmen
- etc.

werden durch die geplanten Maßnahmen nicht beeinträchtigt. Daher werden durch die geplanten Baumaßnahmen das Verschlechterungsverbot und das Verbesserungsgebot der WRRL nicht beeinträchtigt.

7 Zusammenfassung und abschließende Bewertung

Ziel des hier vorgelegten Gutachtens war eine Überprüfung der gewässerökologischen Verträglichkeit der Errichtung eines Windparks in der Gemeinde Rastede. Als Bewertungsmaßstab wurden das Verschlechterungsverbot und das Verbesserungsgebot der WRRL und die Oberflächengewässerverordnung herangezogen. Der betroffene Wasserkörper „Obere Wapel und Nebengewässer“ gilt gemäß der WRRL als erheblich veränderter Wasserkörper. Somit waren bei der Prüfung der Einleitungen das ökologische Potenzial und der chemische Zustand als Bewertungsmaßstäbe heranzuziehen. Außerdem wurden gemäß OGewV (2016) die möglichen Auswirkungen der geplanten Maßnahme auf die hydromorphologischen, physikalisch-chemischen und chemischen QK (nicht-biologische QK) als unterstützende Information herangezogen.

Durch die Errichtung des Windparks müssen für die Zuwegung und die Stellflächen der Windenergieanlagen einige Grabenabschnitte verrohrt bzw. verlegt werden. Zu direkten Einleitungen in das Gewässersystem wird es nicht kommen. Daher sind auch keine messbaren Erhöhungen der Wasserinhaltsstoffe in der Wapel zu erwarten. Dies wird in der Konsequenz zu keinen negativen Effekten bezüglich der nicht-biologischen Qualitätskomponenten und des chemischen Zustands führen.

Durch die fehlende durchgängige und permanente Wasserführung stellen die meisten von den Maßnahmen betroffenen Gräben keinen geeigneten Lebensraum für aquatische Organismen dar. Dennoch wird hier empfohlen, die Rohre zu einem Drittel einzugraben, um eine Durchgängigkeit für Makrozoobenthos zu erhalten und dem Verschlechterungsverbot sowie dem Verbesserungsgebot der WRRL zu entsprechen. Zum Erhalt der Durchgängigkeit wird bei Maßnahme N-8 außerdem ein der Gewässerbreite entsprechender Rohrdurchmesser empfohlen. Im Drängraben wurde eine relativ diverse Makrozoobenthos-Gemeinschaft mit zwei Strukturzeigern sowie eine geschützte Makrophyten-Art gefunden. Aufgrund der Verockerung können sich im Drängraben jedoch keine Fische ansiedeln. Durch die geplante Verlegung des Drängrabens und eine kurze Verrohrung ist hier kein negativer Effekt auf das ökologische Potenzial zu erwarten. Zum Erhalt der geschützten Makrophyten wird am Drängraben allerdings eine ökologische Baubegleitung empfohlen. Werden alle empfohlenen Maßnahmen ergriffen, ist von den geplanten Baumaßnahmen keine Verletzung der Vorgaben der WRRL zu erwarten.

Gleichwohl wurden in dieser Überprüfung vereinfachende Annahmen getroffen. Eine vollständige gewässerökologische Prüfung gemäß OGewV (2016) und WRRL kann nur unter Berücksichtigung des gesamten chemischen Inventars und aller biologischen Qualitätskomponenten der Wapel und ihrer Nebengewässer sowie mit einer ausführlichen Diskussion unter Einbeziehung der Fachliteratur durchgeführt werden.. Eine vollständige Prüfung ist aus fachgutachterlicher Sicht für das vorliegende Vorhaben in diesem Gebiet jedoch als nicht sinnvoll einzustufen, da die Überprüfung der aktuell vorliegenden Daten zum jetzigen Zeitpunkt ausreichend

ist, um eine Vereinbarkeit mit der WRRL nachzuweisen. Weiterführende Untersuchungen würden zu keinen weiteren Erkenntnissen führen.

8 Anhang

Tabelle 11: Ergebnisse der mittels PHYLIB-Software ausgewerteten Makrophyten-Beprobungen an den Standorten „Wapeldorf 1a“, „Wapeldorf 1b“, Wapeldorf 4“ bis „Wapeldorf 6“ sowie „Wapeldorf 9“ bis „Wapeldorf 12“.

Messtelle = Wapeldorf 1a_20200616, Probe = 1

Ergebnis

Sicherheit	Gesamtquantität < 17 --> Modul Makrophyten nicht gesichert
	Anteil eingestufte Arten < 75% --> Modul Makrophyten nicht gesichert
	keine (bewertbaren) Messwerte für Diatomeen ---> Modul Diatomeen nicht bewertet
	keine (bewertbaren) Messwerte für Phytobenthos ---> Modul Phytobenthos nicht bewertet

Messstelle

Ökoregion	Norddeutsches Tiefland	WRRL-Typ	16
Diatomeentyp	D 11.1 [14]	Makrophytentyp	TNm [24]
Phytobenthostyp	PB 9 [45]	Gesamtdeckungsgrad [%]	5
Makrophytenverödung	nein	Begründung Verödung	
Helophyten dominanz	nein	vorgegebene HPD	unbekannt
berechnete HPD	nein		

Diatomeen

Bewertung Diatomeen		Bew. Diatomeen (dezimal)	
Index Diatomeen		Diatomeen gesichert	nein
Referenzartensumme (umger.)		Referenzartensumme-Klasse	
Referenzartensumme		Referenzartensumme (korr.)	
Trophieindex (umger.)		TI-Klasse	
Trophieindex		TI-Anzahl	
Saprobienindex (umger.)		SI-Klasse	
Gesamthäufigkeit [%]		übergeordnete Taxa [%]	
aerophile Arten [%]		planktische Arten [%]	
Halobienindex		Massenvorkommen	
Rote Liste Index		Versauerungszeiger [%]	

Makrophyten

Bewertung Makrophyten	3	Bew. Makrophyten (dezimal)	2,78
Index Makrophyten	0,333	Makrophyten gesichert	nein
Referenzindex	-33,333	Gesamtquantität submers	4
eingestufte Arten [%]	75	Anzahl submerser und eingestufte Taxa	3
Myriophyllum spicatum [%]	0	Ranunculus [%]	0
Diversität	1,39	Evenness	1
Helophyten dominanz	nein		

Phytobenthos

Bewertung Phytobenthos		Bew. Phytobenthos (dezimal)	
Index Phytobenthos		Phytobenthos gesichert	nein
Bewertungsindex (umger.)		Bewertungsindex	
Summe der quadrierten Häufigkeiten eingestufte Taxa		eingestufte Taxa	

23

Fortsetzung Tabelle 11

Messtelle = Wapeldorf 1a_20200616, Probe = 1

Messdaten

Taxon	Lebensform	Messwert	Einheit	Artgruppe
Callitriche	S	1,0	HK1-5	
Phalaris arundinacea	Em	1,0	HK1-5	B
Potamogeton pusillus	S	1,0	HK1-5	B
Potamogeton natans	S	1,0	HK1-5	B
Lemna minor	F-SB	1,0	HK1-5	C

Fortsetzung Tabelle 11

Messtelle = Wapeldorf 1b_20200616, Probe = 1

Ergebnis

Zustands-/Potentialklasse	3	Bewertung (dezimal)	3,2	vorläufige Bewertung	3	MPI _{FG}	0,25
Sicherheit	keine (bewertbaren) Messwerte für Diatomeen ---> Modul Diatomeen nicht bewertet						
	keine (bewertbaren) Messwerte für Phytobenthos ---> Modul Phytobenthos nicht bewertet						

Messstelle

Ökoregion	Norddeutsches Tiefland	WRRL-Typ	16
Diatomeentyp	D 11.1 [14]	Makrophytentyp	TNm [24]
Phytobenthostyp	PB 9 [45]	Gesamtdeckungsgrad [%]	80
Makrophytenverödung	nein	Begründung Verödung	
Helophyten dominanz	nein	vorgegebene HPD	unbekannt
berechnete HPD	nein		

Diatomeen

Bewertung Diatomeen		Bew. Diatomeen (dezimal)	
Index Diatomeen		Diatomeen gesichert	nein
Referenzartensumme (umger.)		Referenzartensumme-Klasse	
Referenzartensumme		Referenzartensumme (korr.)	
Trophieindex (umger.)		TI-Klasse	
Trophieindex		TI-Anzahl	
Saprobienindex (umger.)		SI-Klasse	
Gesamthäufigkeit [%]		übergeordnete Taxa [%]	
aerophile Arten [%]		planktische Arten [%]	
Halobienindex		Massenvorkommen	
Rote Liste Index		Versauerungszeiger [%]	

Makrophyten

Bewertung Makrophyten	3	Bew. Makrophyten (dezimal)	3,2
Index Makrophyten	0,25	Makrophyten gesichert	ja
Referenzindex	0	Gesamtquantität submers	65
eingestufte Arten [%]	100	Anzahl submerser und eingestufte Taxa	2
Myriophyllum spicatum [%]	0	Ranunculus [%]	0
Diversität	0,08	Evenness	0,11
Helophyten dominanz	nein		
Bemerkungen	RI >= -20 und Anzahl submerser Arten < 5 --> RI = RI - 20		
	RI >= -20 und Evenness < 0,75 --> RI = RI - 30		

Messtelle = Wapeldorf 1b_20200616, Probe = 1

Phytobenthos

Bewertung Phytobenthos		Bew. Phytobenthos (dezimal)	
Index Phytobenthos		Phytobenthos gesichert	nein
Bewertungsindex (umger.)		Bewertungsindex	
Summe der quadrierten Häufigkeiten eingestufte Taxa		eingestufte Taxa	

Messdaten

Taxon	Lebensform	Messwert	Einheit	Artgruppe
Phragmites australis	Em	3,0	HK1-5	
Potamogeton trichoides	S	4,0	HK1-5	B
Phalaris arundinacea	Em	3,0	HK1-5	B
Potamogeton natans	S	1,0	HK1-5	B

Messstelle = Wapeldorf 4-6_20200616, Probe = 1

Ergebnis

Sicherheit	keine (bewertbaren) Messwerte für Makrophyten ---> Modul Makrophyten nicht bewertet
	keine (bewertbaren) Messwerte für Diatomeen ---> Modul Diatomeen nicht bewertet
	keine (bewertbaren) Messwerte für Phytobenthos ---> Modul Phytobenthos nicht bewertet

Messstelle

Ökoregion	Norddeutsches Tiefland	WRRL-Typ	16
Diatomeentyp	D 11.1 [14]	Makrophytentyp	TNk [35]
Phytobenthostyp	PB 9 [45]	Gesamtdeckungsgrad [%]	5
Makrophytenverödung	nein	Begründung Verödung	
Helophyten dominanz		vorgegebene HPD	
berechnete HPD			

Diatomeen

Bewertung Diatomeen		Bew. Diatomeen (dezimal)	
Index Diatomeen		Diatomeen gesichert	nein
Referenzartensumme (umger.)		Referenzartensumme-Klasse	
Referenzartensumme		Referenzartensumme (korr.)	
Trophieindex (umger.)		TI-Klasse	
Trophieindex		TI-Anzahl	
Saprobienindex (umger.)		SI-Klasse	
Gesamthäufigkeit [%]		übergeordnete Taxa [%]	
aerophile Arten [%]		planktische Arten [%]	
Halobienindex		Massenvorkommen	
Rote Liste Index		Versauerungszeiger [%]	

Makrophyten

Bewertung Makrophyten		Bew. Makrophyten (dezimal)	
Index Makrophyten		Makrophyten gesichert	nein
Referenzindex		Gesamtquantität submers	
eingestufte Arten [%]		Anzahl submerser und eingestufte Taxa	
Myriophyllum spicatum [%]		Ranunculus [%]	
Diversität		Evenness	
Helophyten dominanz			

Phytobenthos

Bewertung Phytobenthos		Bew. Phytobenthos (dezimal)	
Index Phytobenthos		Phytobenthos gesichert	nein
Bewertungsindex (umger.)		Bewertungsindex	
Summe der quadrierten Häufigkeiten eingestufte Taxa		eingestufte Taxa	

Messtelle = Wapeldorf 4-6_20200616, Probe = 1

Messdaten

Taxon	Lebensform	Messwert	Einheit	Artgruppe
Phragmites australis	Em	4,0	HK1-5	
Phragmites australis	Em	4,0	HK1-5	

Messstelle = Wapeldorf 9+10_20200616, Probe = 1

Ergebnis

Zustands-/Potentialklasse	5	Bewertung (dezimal)	5,49	vorläufige Bewertung	5	MPI _{FG}	0
Sicherheit	keine (bewertbaren) Messwerte für Diatomeen ---> Modul Diatomeen nicht bewertet						
	keine (bewertbaren) Messwerte für Phytobenthos ---> Modul Phytobenthos nicht bewertet						

Messstelle

Ökoregion	Norddeutsches Tiefland	WRRL-Typ	16
Diatomeentyp	D 11.1 [14]	Makrophytentyp	TNk [35]
Phytobenthostyp	PB 9 [45]	Gesamtdeckungsgrad [%]	0
Makrophytenverödung	ja	Begründung Verödung	Versauerung
Helophyten dominanz		vorgegebene HPD	
berechnete HPD			

Diatomeen

Bewertung Diatomeen		Bew. Diatomeen (dezimal)	
Index Diatomeen		Diatomeen gesichert	nein
Referenzartensumme (umger.)		Referenzartensumme-Klasse	
Referenzartensumme		Referenzartensumme (korr.)	
Trophieindex (umger.)		TI-Klasse	
Trophieindex		TI-Anzahl	
Saprobienindex (umger.)		SI-Klasse	
Gesamthäufigkeit [%]		übergeordnete Taxa [%]	
aerophile Arten [%]		planktische Arten [%]	
Halobienindex		Massenvorkommen	
Rote Liste Index		Versauerungszeiger [%]	

Makrophyten

Bewertung Makrophyten	5	Bew. Makrophyten (dezimal)	5,49
Index Makrophyten	0	Makrophyten gesichert	ja
Referenzindex	-100	Gesamtquantität submers	
eingestufte Arten [%]		Anzahl submerser und eingestufte Taxa	
Myriophyllum spicatum [%]		Ranunculus [%]	
Diversität		Evenness	
Helophyten dominanz			

Phytobenthos

Bewertung Phytobenthos		Bew. Phytobenthos (dezimal)	
Index Phytobenthos		Phytobenthos gesichert	nein
Bewertungsindex (umger.)		Bewertungsindex	
Summe der quadrierten Häufigkeiten eingestufte Taxa		eingestufte Taxa	

Messtelle = Wapeldorf 9+10_20200616, Probe = 1

Messdaten

Taxon	Lebensform	Messwert	Einheit	Artgruppe
Juncus effusus	Em	4,0	HK1-5	
Phragmites australis	Em	1,0	HK1-5	

Messtelle = Wapeldorf 11+12_20200616, Probe = 1

Ergebnis

Sicherheit	Anteil eingestufte Arten < 75% --> Modul Makrophyten nicht gesichert
	Anzahl der eingestuft submersen Taxa < 2 --> Modul Makrophyten nicht gesichert
	keine (bewertbaren) Messwerte für Diatomeen ---> Modul Diatomeen nicht bewertet
	keine (bewertbaren) Messwerte für Phytobenthos ---> Modul Phytobenthos nicht bewertet

Messstelle

Ökoregion	Norddeutsches Tiefland	WRRL-Typ	16
Diatomeentyp	D 11.1 [14]	Makrophytentyp	TNk [35]
Phytobenthostyp	PB 9 [45]	Gesamtdeckungsgrad [%]	50
Makrophytenverödung	nein	Begründung Verödung	
Helophytenherrschaft	nein	vorgegebene HPD	unbekannt
berechnete HPD	nein		

Diatomeen

Bewertung Diatomeen		Bew. Diatomeen (dezimal)	
Index Diatomeen		Diatomeen gesichert	nein
Referenzartensumme (umger.)		Referenzartensumme-Klasse	
Referenzartensumme		Referenzartensumme (korr.)	
Trophieindex (umger.)		TI-Klasse	
Trophieindex		TI-Anzahl	
Saprobienindex (umger.)		SI-Klasse	
Gesamthäufigkeit [%]		übergeordnete Taxa [%]	
aerophile Arten [%]		planktische Arten [%]	
Halobienindex		Massenvorkommen	
Rote Liste Index		Versauerungszeiger [%]	

Makrophyten

Bewertung Makrophyten	5	Bew. Makrophyten (dezimal)	5,49
Index Makrophyten	0	Makrophyten gesichert	nein
Referenzindex	-100	Gesamtquantität submers	72
eingestufte Arten [%]	11,11	Anzahl submerser und eingestufte Taxa	1
Myriophyllum spicatum [%]	0	Ranunculus [%]	0
Diversität	0,35	Evenness	0,5
Helophytenherrschaft	nein		

Phytobenthos

Bewertung Phytobenthos		Bew. Phytobenthos (dezimal)	
Index Phytobenthos		Phytobenthos gesichert	nein
Bewertungsindex (umger.)		Bewertungsindex	
Summe der quadrierten Häufigkeiten eingestufte Taxa		eingestufte Taxa	

31

Fortsetzung Tabelle 11

Messtelle = Wapeldorf 11+12_20200616, Probe = 1

Messdaten

Taxon	Lebensform	Messwert	Einheit	Artgruppe
Callitriche	S	4,0	HK1-5	
Juncus effusus	Em	3,0	HK1-5	
Juncus conglomeratus	Em	2,0	HK1-5	
Lemna minor	F-SB	2,0	HK1-5	C

9 Quellenverzeichnis

- BfG (Bundesanstalt für Gewässerkunde) (2016): Wasserkörpersteckbrief „26010 Obere Wapel + NG (Bekhauser Bäke)“. <https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/WKSB/index.html?lang=de>
- biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH (2005): Konzeption zur Ableitung des höchsten und des guten ökologischen Potentials von erheblich veränderten/künstlichen Fließgewässern Mecklenburg-Vorpommerns anhand der charakteristischen Belastungen und Zönosen. https://www.wrrl-mv.de/doku/hintergrund/Konzeption_Oekol_Potenzial_in_M-V.pdf
- Camacho, C., Coulouris, G., Avagyan, V., Ma, N., Papadopoulos, J., Bealer, K., Madden, T. L. (2009): BLAST+: architecture and applications. *BMC Bioinformatics* 10, 421.
- Diekmann • Mosebach & Partner (2020): Landschaftspflegerischer Begleitplan zum Bau von zwei Windenergieanlagen im Windpark „Wapeldorf Nord“.
- Geller, J. B., Meyer, C. P., Parker, M., Hawk, H. (2013): Redesign of PCR primers for mitochondrial Cytochrome c oxidase subunit I for marine invertebrates and application in all-taxa biotic surveys. *Molecular Ecology Resources* 13, 851-861.
- Kohler, A. (1978): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft + Stadt* 10/2: 73-85.
- LAVES (Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) (2020): 3. Bewirtschaftungsplan 2021-2026 für den Wasserkörper „26010 Obere Wapel + Nebengewässer (Bekhauser Bäke)“ (nicht veröffentlicht, Vor-Vorentwurf, Daten wurden vorab zur Verfügung gestellt).
- LAWA (Bund-/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) (2017): Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot. - Beschlossen auf der 153. LAWA-Vollversammlung 16./17. März 2017 in Karlsruhe, (unter nachträglicher Berücksichtigung der Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts vom 9. Februar 2017, Az. 7 A 2.15 „Elbvertiefung“), Ständiger Ausschuss der LAWA Wasserrecht (LAWA-AR).
- Leray, M., Yang, J. Y., Meyer, C. P., Mills, S. C., Agudelo, N., Ranwez, V., Boehm, J. T., Machida, R. J. (2013): A new versatile primer set targeting a short fragment of the mitochondrial COI region for metabarcoding metazoan diversity: application for characterizing coral reef fish gut contents. *Frontiers in Zoology* 10, 34.
- Leuven, R. S. E. W. & F. G. F. Oyen (1987): Impact of acidification and eutrophication on the distribution of fish species in shallow and lentic soft waters of

- The Netherlands: an historical perspective. *Journal of Fish Biology* 31 (6), 753-774.
- LLUR, Managementplan für das Fauna-Flora-Habitat-Gebiet DE-1219-391 „Gewässer des Bongsieler Kanalsystems“ Teilgebiet 1: Schafflunder Mühlenstrom, http://www.umweltdaten.landsh.de/public/natura/pdf/mplan_inet/1219-391/tgschafflundmuehle/1219-391MPlan_TGSchafflundMuehle_Text.pdf
- NLWKN (Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz) (2020): 3. Bewirtschaftungsplan 2021-2026 für den Wasserkörper „26010 Obere Wapel + NG (Bekhauser Bäke)“ (nicht veröffentlicht, Vor-Vorentwurf)
- OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung), Ausfertigungsdatum 20.06.2016 (BGBl. I S. 1373).
- Rask, M., J. Mannio, M. Forsius, M. Posch & P. J. Vuorinen (1995): How many fish populations in Finland are affected by acid precipitation? *Environmental Biology of Fishes* volume 42, 51-63.
- Rognes, T., Flouri, T., Nichols, B., Quince, C., Mahé, F. (2016): VSEARCH: a versatile open source tool for metagenomics. *PeerJ* 4: e2584.
- Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Vogel, A., Gutowski, A. (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. Bayerisches Landesamt für Umwelt, 195 pp.
- Umweltkarten Niedersachsen, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/?topic=Wasserrahmenrichtlinie&lang=de&bgLayer=TopographieGrau&X=5904070.00&Y=445880.00&zoom=8&catalogNodes=&layers=Natuerliche_erheblich_veraenderte_und_kuenstliche_Fliessgewaesser, 27.08.2020
- WRRL (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik: ABL EG Nr. L 327/1, 22.12.2000.