Ersteinschätzung zu den Auswirkungen durch die Anlage und den Betrieb einer schwimmenden PV-Anlage auf dem Baggersee Langenbrücken (Philipp GmbH & Co.KG)

–

Mögliche Auswirkungen auf den vorkommenden Fisch- und Wasserpflanzenbestand

angefertigt für die Firma

O&L Nexentury GmbH
Maximilianstr. 2A
82319 Starnberg

angefertigt von

Pätzold- Gewässerökologie
Frank Pätzold, Diplom - Biologe
Winzerstr. 50, 76532 Baden-Baden

Inhalt

1. Veranlassung und Vorhabensbeschreibung 4

2. Grundlagen und Methoden 5

2.1 Bearbeitung der Fischfauna 5
2.2 Bearbeitung Wasserpflanzen 6

3. Allgemeine Beschreibung 8

3.1 Limnologische Rahmenbedingungen 8
3.2 Schutzgebietskulisse 9
3.3 Zu erwartende Auswirkungen 10

4. Ergebnisse 11

4.1 Strukturen im Baggersee 11
4.2 Zum Fischbestand 12
4.3 Wasserpflanzenaufkommen 15

5. Schutzgutbezogene Leitbilder/Zielsysteme 15

6. Bewertung des betroffenen Lebensraums 16

6.1 Fische 16
6.2 Wasserpflanzen 16

7. Vorbelastung 17

8. Auswirkungen des Vorhabens 18

8.1 Einschätzung nach BGL (2022) 18
8.2 Einschätzung zum Einfluss auf die submerse Vegetation und den Fischbestand 19

9. Zusammenfassung 20

10. Literatur 21

1. Veranlassung und Vorhabensbeschreibung

Die Firma Nexentury GmbH plant die Installation einer schwimmenden Photovoltaik Anlage mit max. 8,7 ha und einer Leistung von 15 MWp auf dem Philippsee. Der vorliegende Bericht betrachtet die möglichen limnologischen und gewässerökologischen Veränderungen für den vorhandenen Fischbestand auf Grundlage vorhandener Daten.

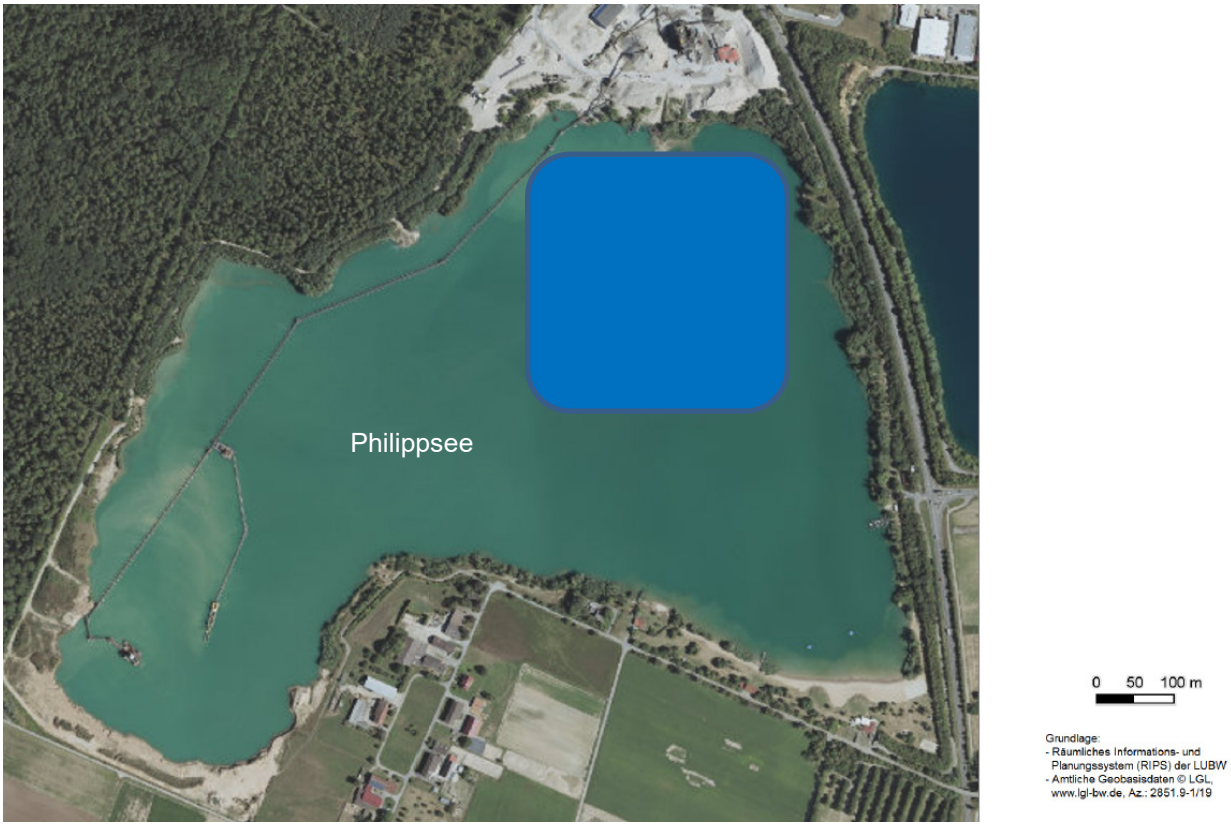

Abbildung 1: Der Philippsee im Abbauzustand 2018 (Quelle: LUBW), Installationsbereich (blau)

Die vorliegende Studie befasst sich mit den möglichen Einflüssen einer auf der Seefläche installierten PV-Anlage auf den Bestand an submersen Makrophyten sowie die vorhandene und zukünftige Fischfauna.

Aktuell beträgt die Seefläche 58 ha und die maximale Tiefe 40 m. Mit Erreichen des bisher genehmigten Zustands einschließlich der 2019 beantragten Arrondierung wird sich die Seefläche auf ca. 62,5 ha und bei maximaler Erweiterung auf 86,5 ha vergrößern. Die maximale Tiefe überschreitet 40 m nicht.

Die Ausbringung der schwimmenden Solarmodule (Anlagenfläche max. 8,7 ha) verursacht eine weitgehende Abschattung der Seeoberfläche im Expositionsbereich belegt etwa 15 % der aktuellen Seefläche, 14 % der künftigen Seefläche von 62,5 ha (und 11 % bei maximaler Erweiterung).

2. Grundlagen und Methoden

Um den Einfluss des Eingriffs auf die Fischpopulation und die aquatische Flora abschätzen zu können, muss der vorhandene Lebensraum auf seine für Fische und die submersen Makrophyten (Wasserpflanzen) wichtigen ökologisch relevanten Habitateigenschaften sowie der Bestand an Fischen und Wasserpflanzen erhoben werden. Die Grundlage stellen die limnologischen Begleitgutachten des Büros BGL (2017 u. 2022) sowie die Erhebungen von PÄTZOLD (2018-2020) dar.

2.1 Bearbeitung der Fischfauna

Zur Bearbeitung der Fischfauna dienten zur Verfügung gestellte Daten des Angelclubs Bad Schönborn e.V. Die im Philippsee vorkommenden Arten wurden ökologischen Gruppen (Gilden) zugeordnet, bei der folgende Zwei allgemein anerkannte Einteilungen herangezogen wurden.
Die Arten wurden folgenden Gruppierungen zugeordnet:

Ökologische Gruppierung der Arten

Die nach BALON (1975, 1985, 1991) entwickelte Klassifizierung hinsichtlich der Reproduktionsbiologie (reproductive guilds) der Arten, berücksichtigt die Nutzung bestimmter Laichsubstrate, die Form der Eiablage usw. Meistens wird diese Gilden-Einteilung dazu verwendet, die Bevorzugung eines bestimmten Laichsubstrates zu kennzeichnen. Dabei werden folgende Gruppen unterschieden:

- ***lithophile Arten*** = Arten, die auf kiesigem Substrat ablaichen (Kieslaicher). Typische bei uns vorkommende Arten sind z.B. Barbe, Nase und Hasel.
- ***phyto-lithophile Arten*** = Arten, die sowohl auf sandigem, kiesig-steinigem als auch auf pflanzlichem Substrat oder auf Holz ablaichen. Diese Arten sind recht indifferent (unspezifisch) in der Wahl ihres Laichsubstrates. Typische Vertreter dieser Gruppe sind Rotauge, Flussbarsch und Zander.
- ***phytophile Arten*** = Arten, die auf pflanzlichem Substrat (submerse und emerse Vegetation, überflutete terrestrische Vegetation) ablaichen und speziell daran angepasst sind. Hecht, Wildkarpfen, Schleie und Rotfeder sind typische Vertreter dieser Gruppe.
- ***psammophile Arten =*** Arten, die auf sandigem Substrat ablaichen, z.B. Gründling und Bachschmerle.
- ***ostracophile Arten =*** Arten, die ihre Eier in die Kiemen von Muscheln legen***,*** z.B. Bitterling
- ***speleophile Arten =*** Arten, die in Höhlungen laichen z.B. die Groppe

In dieser Einteilung werden die Fischarten hinsichtlich ihrer Nutzung von Habitaten im Flusssystem folgendermaßen gruppiert:

- ***rhithrale Arten*** = Arten, die wenigstens bei der Reproduktion an sauerstoffreiche, sommerkalte Gewässer des Rhithrals gebunden sind.
- ***rheophile Arten (A)*** = strömungsliebende Arten, deren gesamter Lebenszyklus im Fluss abläuft.
- ***rheophile Arten (B)*** = strömungsliebende Arten, die phasenweise an strömungsberuhigte Nebengewässer gebunden sind.

- ***eurytope Arten*** = Arten, die anpassungsfähig sind und sich strömungsindifferent verhalten. Sie können ein großes Spektrum von Habitaten besiedeln. (entspricht indifferent)
- ***stagnophile Arten*** = Arten deren gesamter Lebenszyklus in stehenden und vegetationsreichen (Auen-) Gewässern abläuft.

Die Lebensräume und ihre fischrelevanten Strukturen (Substrat, Wasserpflanzenbestände, Totholz, Flachwasserbereiche) wurden im See während der Presslufttauchgänge und einer Bootsbefahrung erfasst.

2.2 Bearbeitung der Wasserpflanzen

Die Beurteilung der Makrophyten-Vegetation basiert auf vorhandenen Daten. Eine überprüfende Bootsbefahrung wurde entlang der Ufer am 12.5.2022 durchgeführt. Die Erfassung erfolgte in Anlehnung an das Verfahren zur Erfassung des Makrophytenindex (MELZER & SCHNEIDER 2001) in Tiefenstufen von 0-1 m, 1-2 m, 2-4 m sowie 4 m und tiefer (hier wurde die Bearbeitung in 2 m Schritten bis zur „Unteren Makrophytengrenze“ beibehalten.

Einen entscheidenden Einfluss auf die Besiedlung der Gewässer hat die Nährstoffverfügbarkeit. Im Vergleich zur limnologischen Analytik über dem tiefsten Punkt, zeigen Wasserpflanzenbestände die Gegebenheiten in ihrem Siedlungsbereich auf. Sie differenzieren Aufgrund ihrer artspezifischen Ansprüche Ufer- (Litoral-) abschnitte.

Mit Hilfe ausgewählter Indikatorarten werden so eine abschnittsweise sowie eine Gesamtindizierung der Nährstoffsituation der Baggerseen ermöglicht. Die dafür notwendigen vegetationskundlichen Kartierungen werden durch zusätzliche gewässermorphologische und abiotische Daten ergänzt und die Auswirkungen der aktuellen Nutzung festgehalten.

Innerhalb der Kartierungsabschnitte wurde das Vorkommen jeder Art nach einer fünfstufigen Bewertungsskala geschätzt. Es handelt sich hierbei um die Feststellung des Deckungsgrades (entspricht der Pflanzenmenge) der Individuen. Der Begriff Pflanzenmenge wurde von TÜXEN & PREISING 1942 für die pflanzensoziologische Aufnahme von Wasser- und Sumpfpflanzen-gesellschaften beschrieben und kombiniert die Abundanz mit dem Deckungsgrad.

1 = sehr selten, Einzelfunde
2 = selten
3 = verbreitet
4 = häufig
5 = sehr häufig, flächendeckend

Diese an Braun-Blanquet angelehnte Methode kombiniert die Abundanzschätzung mit der Feststellung des Deckungsgrades der Einzelarten. Hierfür wurde der Begriff „Pflanzenmenge“ geprägt. Gerade im aquatischen Bereich stellt die verbindende Schätzung von Häufigkeit und Deckungsgrad eine gute Möglichkeit dar, einen Bewertungsausgleich zwischen den groß- und kleinblättrigen Wasserpflanzen zu schaffen (Beispiel: Flächendeckende Armleuchteralgen-Rasen, die von Hecken großblättriger Laichkräuter durchsetzt sind).

Submerse Makrophyten (MELZER 1988, MELZER & SCHNEIDER 2001) erlauben eine Beurteilung der Gewässerqualität von Stillgewässern, da sie oft eine enge Bindung an bestimmte Verhältnisse der Wasserqualität aufweisen. Insgesamt wurden bisher 46 Arten auf 9 Indikatorgruppen verteilt. Indikatorgruppe 1.0 fasst solche Arten zusammen, welche die geringste Nährstoffbelastung (oligotroph) anzeigen. Arten der Indikatorgruppe 5.0 zeigen dagegen sehr hohe Nährstoffkonzentrationen (eutroph) des Wassers an. Die dazwischenliegenden Indikatorgruppen stellen Übergänge zwischen den beiden Extremen dar. Diese Zuordnungen basieren teils auf experimentellen Befunden hinsichtlich der Phosphatbelastbarkeit von

Characeen (FORSBERG 1965, SCHMIDT ET AL. 1996) und bezüglich der Stickstoffernährung von Makrophyten, teils auf empirischen Beobachtungen und Korrelationen zwischen dem Vorkommen bestimmter Arten und der Wasserchemie der jeweiligen Gewässer (MELZER ET AL. 1986).

In der folgenden tabellarischen Übersicht werden die Indikatorarten aufgelistet.

Tabelle 1: Einteilung der Indikatorgruppen.

Gruppe 1,0	**Gruppe 1,5**	**Gruppe 2,0**
Chara hispida	*Chara aspera*	*Chara delicatula-*
Gruppe 2,5	**Gruppe 3,0**	**Gruppe 3,5**
Chara contraria	*Chara vulgaris*	*Myriophyllum verticillatum*
Chara globularis	*Myriophyllum spicatum*	*Potamogeton berchtoldii*
Nitellopsis obtusa	*Potamogeton perfoliatus*	*Potamogeton lucens*
	Utricularia australis	*Potamogeton pusillus*
Gruppe 4,0	**Gruppe 4,5**	**Gruppe 5,0**
Fontinalis antipyretica	*Elodea canadensis*	*Ceratophyllum demersum*
Hippuris vulgaris	*Elodea nuttallii*	*Zannichelia palustris*
Potamogeton pectinatus	*Potamogeton crispus*	*Spirodela polyrrhiza*
	Ranunculus circinatus	*Potamogeton nodosus*
	Ranunculus trichophyllus	

Zur Bestimmung der Arten diente die gängige Bestimmungsliteratur (OBERDORFER 1994, KRAUSE 1997, ARBEITSGRUPPE CHARACEEN DEUTSCHLANDS 2016).

3. Allgemeine Beschreibung

Der Philippsee liegt auf der Hardtplatte westlich der Gemeinde Bad Schönborn/Langenbrücken. Im Süden ist das Umland von landwirtschaftlicher Nutzfläche geprägt (siehe Abb.1). Im Osten befindet sich an der Landstraße eine weitere Abgrabung und im Westen und Norden grenzt ein Waldgebiet an.

Eine zusammenhängende Baum- Strauch- und Röhrichtvegetation findet sich entlang des Ostufers. Der See wird zur Waschwasseraufnahme, als Bade- und Angelgewässer genutzt. Ein Badestrand mit Liegewiese befindet sich am Südostufer.

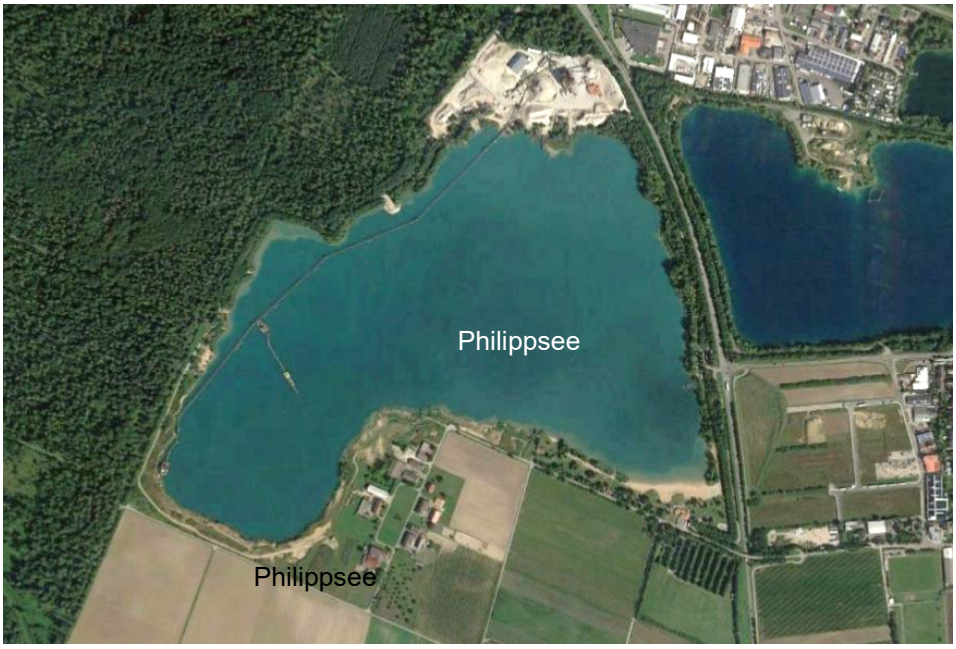

Abbildung 2: Der Philippsee in seiner Umgebung (Quelle: google earth 2018)

3.1 Limnologische Rahmenbedingungen

Die Gewässerfläche beträgt aktuell 58 ha und die maximale Tiefe liegt bei ca. 40 m. Die Unterwasserböschungen sind überwiegend mit einem starken Gefälle ausgebildet. Der See weist einen Grundwasserzustrom und eine vollständige Zirkulation auf.

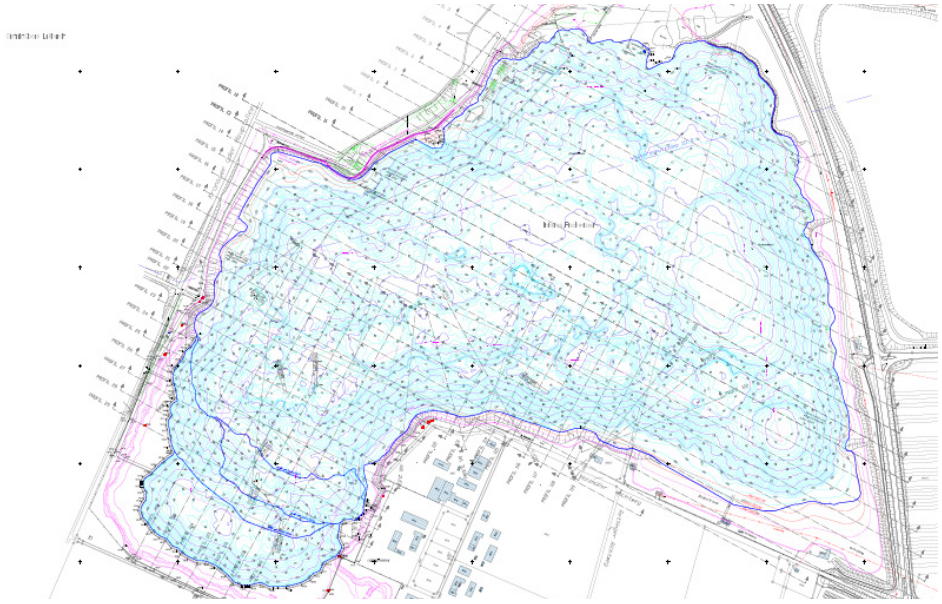

Abbildung 3: Tiefenlinienkarte des Philippsees (Quelle: arguplan 2022)

Die Untersuchungen von PÄTZOLD (2018, 2020) und BOOS (2022) weisen dem See meso-schwach eutrophe Verhältnisse zu.

Tabelle 2: Kriterien zur trophischen Einteilung nach MANIAK (2005), Seedaten: PÄTZOLD (2020, 2018) BOOS (2017)

Kriterien	oligotroph	mesotroph	eutroph geschichtet	Baggersee
Secchi-Tiefe (m)	> 6	> 4		2,4 – 3,7
Sauerstoffsättigung Oberfläche, Sommer (%)	90 – 120	80 – 150	60 – 200	102 - 117
Sauerstoffsättig. Hypolimnion, Sommer (mg/l)	> 6	> 1	anaerob	4,4
Ortho- Phosphat P, Frühjahrszirkulation (mg/l)	< 0,005	< 0,01		<0,01-<0,03
Gesamtphosphat P (mg/l)	< 0,015	< 0,04		<0,03
Chlorophyll a (µg/l)	< 3	< 4		1,2-13
Nitrat (NO_3) mg/l mittl. Jährl. Konzentration	< 10	< 20		35,9
Makrophytentiefengrenze (m)	> 8	8 – 5	5 – 1,5	7,5

Im Bereich des Grundwasserzustroms befinden sich überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen. Von hier gehen Nitratbelastungen aus. Das zufließende Grundwasser ist anoxisch. Die Phosphorgehalte des oberflächennahen Grundwassers weisen ein geringes bis mäßiges Ausmaß auf. So ist von einer mäßigen Förderung des Wasserpflanzen- u. Algenwachstums auszugehen.
Aufgrund der Zusammensetzung der umgebenden Gesteinsformation ist der See gut gepuffert und nur wenig empfindlich. Diese Qualität des Grundwassers bietet im Hinblick auf die Trophieentwicklung sehr gute Voraussetzungen für eine langfristig hohe Seewasserqualität.
Die Sauerstoffmengen entsprechen aktuell den hohen Anforderungen für ein mesotrophes Gewässer. Gleiches gilt zumeist für die Phosphorgehalte. Die Nitratgehalte lagen aufgrund der Grundwasserfracht stets hoch. Allerdings gehen sie seit Jahren kontinuierlich zurück. Die gemessenen Werte für organischen Kohlenstoff sind so gering, dass eine Belastung des Sauerstoffhaushalts durch die Mineralisierung organischer Stoffe auszuschließen ist (aus BOOS 2017).

3.2 Schutzgebietskulisse

Der von der Installation betroffene Bereich liegt am Nordostufer. Die gesamte aktuelle Seefläche und seine Uferbereiche liegen außerhalb von Schutzgebieten (s. Abb. 3).

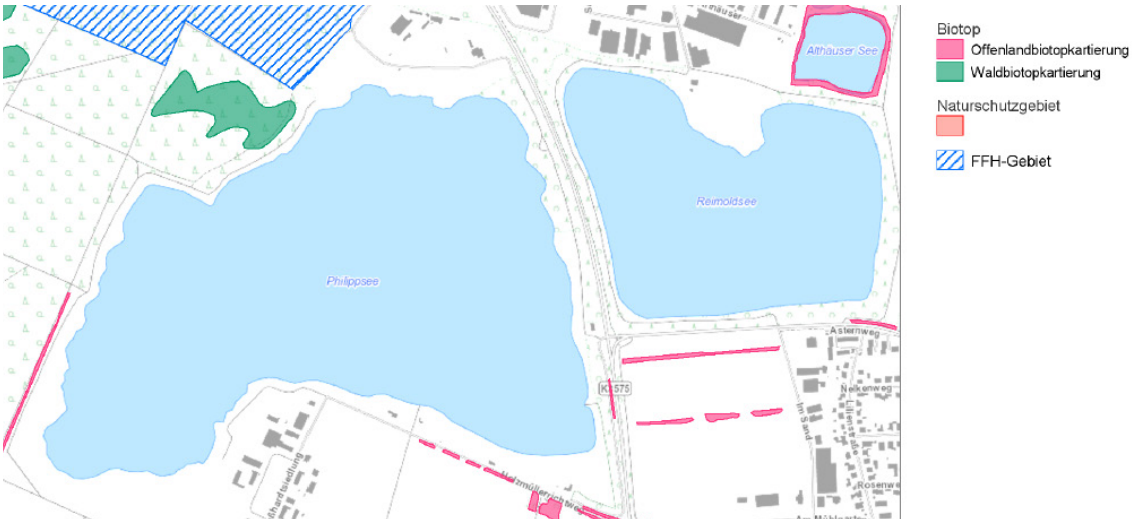

Abbildung 4: geschützte Biotope und Schutzgebiete (Quelle: Kartendienst LUBW)

3.3 Potenziell zu erwartende Auswirkungen

Beim potenziellen Aufbau und der Inbetriebnahme der PV-Anlage sind Beeinträchtigungen des aquatischen Lebensraumes zu erwarten.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die wesentlichen, im Vorfeld der Einschätzung abschätzbaren Wirkungen und Wirkfaktoren, welche durch das Vorhaben im und am Gewässer zu erwarten sind.

Tabelle 3: Wirkfaktoren

Wirkfaktor/Wirkphase
Aufbaubedingte Wirkfaktoren
Möglicher Verlust vorhandener aquatischer Vegetation beim Aufbau
Möglicher Verlust fischökologisch bedeutsamer Strukturen beim Aufbau
Anlagebedingte Wirkfaktoren
Möglicher Einschränkung von Makrophyten-Lebensraum durch Beschattung nach Auskiesungsende
Mögliche negative Auswirkung auf das Sauerstoffregime durch großflächige Beschattung
Mögliche negative Auswirkungen auf die Zirkulationsbedingungen
Mögliche Reduktion der Primärproduktion
Möglicher Verlust an Freiwasserfläche für pelagisch orientierte Fischarten Fischstadien
Betriebsbedingte Wirkfaktoren
keine

Ein möglicher Verlust aquatischer Vegetation und weiterer fischökologisch bedeutsamer Strukturen wie Totholz und semiaquatische Ufervegetation beim Aufbau sind im Vorfeld nicht auszuschließen.

Die Anlage selbst wirkt durch eine Beschattung auf den See ein. Diese wirkt sich auf die Sauerstoffverhältnisse, die Primärproduktion etc. aus (siehe BOOS 2022).
Der temperaturabhängige Prozess der Primärproduktion (Aufbau von organischer Masse aus Nährstoffen, Wasser und CO_2 mit Hilfe von Sonnenlicht) wird durch Algen und höhere Wasserpflanzen bewerkstelligt. Von dieser Biomasse sind alle Konsumenten (Zooplankton, Invertebraten, Fische etc.) und deren Wachstum abhängig.
Reduziert man einen der für die Primärproduktion elementaren Faktoren zum Beispiel das Licht, so mindert sich der mögliche Aufbau an Biomasse (etwa beim Fischwachstum).
Bei den Auswirkungen auf die Produktion spielt die Intensität der Reduktion eine entscheidende Rolle.

4. Ergebnisse

4.1 Fischökologisch wichtige Strukturen im Baggersee

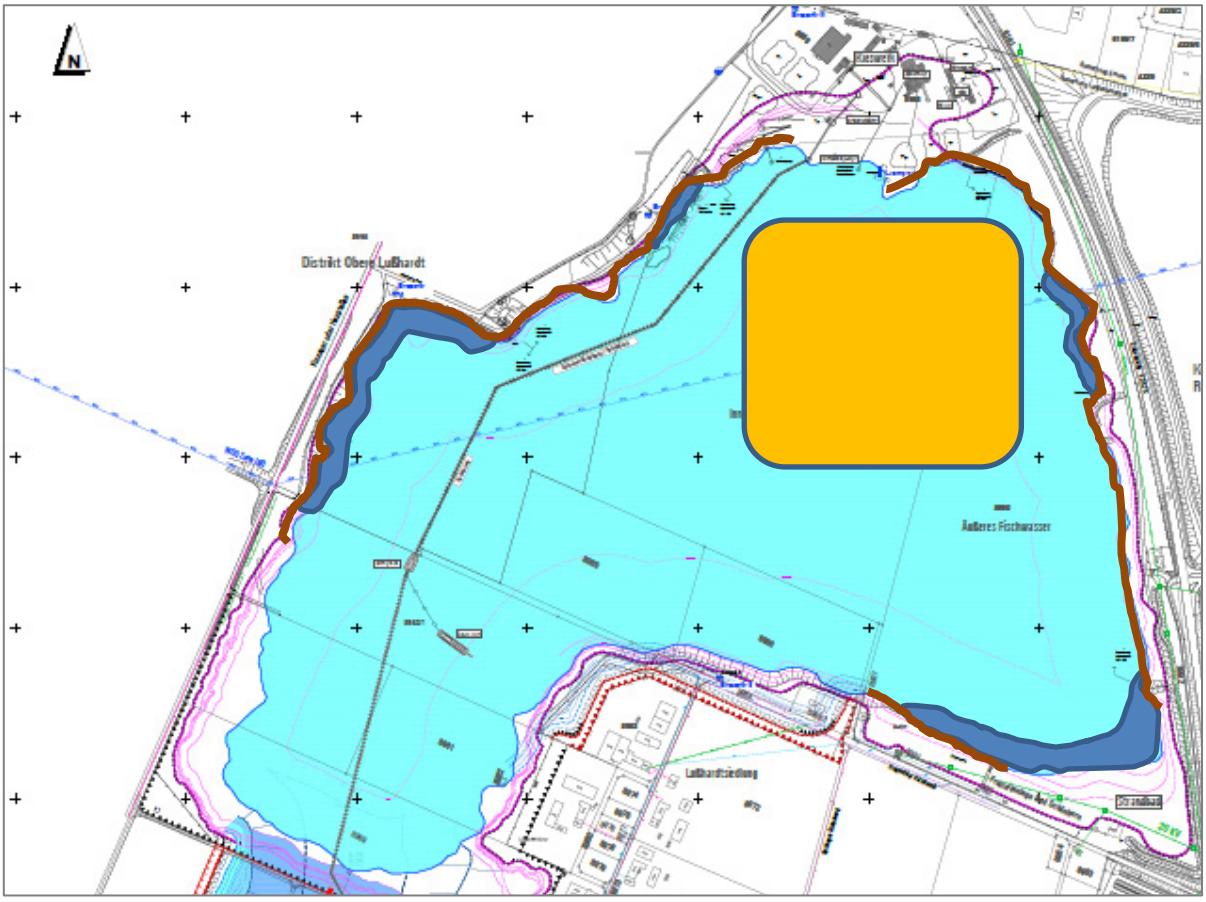

Abbildung 5: Fischökologisch bedeutsame Strukturen (Flachwasserzonen, Gehölz- inkl. Totholz und Schilfstrukturen) im Istzustand (etwaige Position und Größe der PV-Anlage)

Flachwasserbereiche finden sich in unterschiedlicher Größe rund um den See. In der Flachwasserzone an der südöstlich gelegenen Freizeitanlage mit Badebetrieb kommen kaum fischökologisch bedeutsame Strukturen wie Wasserpflanzen vor. Entlang des West- und Nordufers existieren weitere Flachwasserbereich, die auch Pflanzenbewuchs aufweisen und in direktem Kontakt mit Schilf und Gehölzbewuchs stehen.

Flächige Gehölzsäume, bis ins Wasser reichende Schilfbestände und im See liegendes Totholz, Strukturen, die wertvolle Unterstands- und Jungfischhabitate bilden, befinden sich entlang der Ufer mit Ausnahme dem Werksgelände im Norden, der aktuellen Abbaufläche im Süden und dem Badestrand im Südosten.

Der Gewässergrund besteht aus Sanden und Kiesen, welche durch feine Partikel (Tone und Schluffe) oder Algenwuchs bereits in geringer Tiefe bedeckt sind.

4.2 Zum Fischbestand

Laut aktuell vorliegender Fangstatistiken vom AC Bad Schönborn und den Untersuchungen von PÄTZOLD (2004, 2016) wurden während der letzten Jahre 14 Fischarten gefangen/nachgewiesen. Dabei handelt es sich um Aal, Barsch, Bachforelle, Brachsen, Döbel, Hecht, Karpfen, Rotauge, Rotfeder, Schleie, Stint, Stör, Wels und Zander.

4.2.1 Fischentnahme/bestand anhand der Daten des Anglerclubs

Im Zeitraum 2019 bis 2021 wurden im neuen Philippsee die unten aufgeführten Fänge getätigt.

„Jährlich werden bei uns um die 150 kg Zander, 170 kg Hechte, 100 kg Karpfen und 250 kg Weißfische gefangen. Ukeleien wurden explizit nicht nachgewiesen.

4.2.2 Fischbesatz anhand der Daten des Anglerclubs

Im Zeitraum 2019 bis 2021 wurden im neuen Philippsee die unten aufgeführten Besätze getätigt.

2019 wurden 600 kg Weißfischmischbesatz, 100 Zander groß und 6 kg Glasaale besetzt.

2020 waren es 600 Zander, 30 kg Giebel, und 50 kg Rotaugen.

2021 wurden 700 Zander, 350 kg Karpfen, 30 kg Schleien und 50 kg Rotaugen besetzt.

4.2.3 Schutzstatus der Fischarten

In der aktuellen Roten Liste Baden- Württembergs wird die eingesetzte Karausche als „vom Aussterben bedroht“, Aal und Wildkarpfen als „stark gefährdet“ klassifiziert (s. Tab.6). Das ebenfalls eingesetzte Moderlieschen gilt in Baden-Württemberg als gefährdet. Die Schleie und die Rotfeder stehen auf der Vorwarnliste. Arten aus dem Anhang II, oder IV der FFH-Richtlinie wurden nicht nachgewiesen. Beim Stör wurde keine Art angegeben. Die beiden Rote Liste-Arten Moderlieschen und Karausche tauchen nicht bei den Fängen auf. Beide Arten präferieren entwickelte Gewässer wie verlandende Altwässer. Junge Baggerseen sind als Habitat eher ungeeignet. Das Moderlieschen ist in der Regel zu klein um an der Angel gefangen zu werden.

Tabelle. 4: Schutzstatus der bekannten Fischarten

Art	**Rote** BRD 2009*	**Listen** BW 2014**	**FFH-Status**
Aal		2	
Bachforelle			
Brachsen			
Döbel			
Flussbarsch			
Hecht			
Karpfen (Wildform)		2	
Karausche		1	
Moderlieschen		3	
Rotauge			
Rotfeder		V	
Stör ??		?	
Stint			
Schleie		V	
Wels			
Zander			

3 – gefährdet 2 - stark gefährdet V = Vormerkliste * FREYHOFF (2009), ** BAER ET AL. (2014), LUBW (2008)

Grau = nicht in baden-württembergischen abgeschlossenen Stillgewässern heimisch.

4.2.4 Autökologische Ansprüche der potenziell zu erwartenden natürlichen und der vorhandenen Fischfauna

Die nachgewiesenen Fischarten sind in der Regel anspruchslos (phyto-lithophil/eurytop) mit einer mittleren – geringen Sauerstoffbedürftigkeit. Die Habitatansprüche und Nahrungsansprüche der Arten sind in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 5: Ökologische Gruppierung der nachgewiesenen Arten (nach FiBS)

Art		**Ökologische Gruppierung**	
	Habitat	**Reproduktion**	**Trophie**
Aal	marin	indifferent	inverti-piscivor
Bachforelle	lithophil	rheophil	inverti-piscivor
Brachsen	phyto-lithophil	indifferent	omnivor
Döbel	lithophil	rheophil	omnivor
Flussbarsch	phyto-lithophil	indifferent	inverti-piscivor
Güster	*phyto-lithophil*	*indifferent*	*omnivor*
Hecht	phytophil	indifferent	piscivor
Karausche	phytophil	stagnophil	omnivor
Karpfen	phytophil	indifferent	omnivor
Kaulbarsch	*phyto-lithophil*	*indifferent*	*invertivor*
Moderlieschen	phytophil	stagnophil	omnivor
Rotauge	phyto-lithophil	indifferent	omnivor
Rotfeder	phytophil	stagnophil	omnivor
Schleie	phytophil	stagnophil	omnivor
Stint (Binnenform)	lithophil	rheophil	planktivor
Stör	lithophil	rheophil	inverti-piscivor
Ukelei	*phyto-lithophil*	*indifferent*	*omnivor*
Wels	phytophil	indifferent	piscivor
Zander	phyto-lithophil	indifferent	piscivor

Grau = nicht in baden-württembergischen abgeschlossenen Stillgewässern heimisch. Kursiv = nicht nachgewiesen

Beim Karpfen handelt es sich ursprünglich um eine potamodrome (in Flüssen lebende) Art (KOTELLAT & FREYHOFF 2007), deren Verbreitung vom Kaspischen Meer bis zur mittleren Donau reichte. Über die Jahrhunderte hat der Mensch zu Ernährungszwecken in der Teich- und Weiherwirtschaft vielerlei Zuchtformen herausgezüchtet. Diese Fische gehören streng genommen nicht in „Naturgewässer“. Der Besatz von Karpfen in Baggerseen ist oft mit der Problematik behaftet, dass diese Fische sehr groß werden und deren massive Wühltätigkeit deutliche Schäden (z. Beispiel das Herauswühlen von Wasserpflanzen) im Gewässer verursachen. Schäden, die auch den Fischbestand negativ beeinträchtigen können. Diese Beeinträchtigungen fallen in nährstoffarmen Gewässern am deutlichsten aus. Aus diesem Grund empfiehlt der Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler (VDFF, 2007), wenn überhaupt, dann nur einen geringen Karpfenbestand zu etablieren und bei einem Vorkommen gefährdeter Pflanzenarten komplett auf den Besatz zu verzichten.

Der in Fließgewässern beheimatete und stark gefährdete Aal sowie der Döbel, der Stint, Störe oder die Bachforelle gehören nicht zur potenziellen natürlichen Fischfauna eines jungen abgeschlossenen Sees.

Brachsen, Rotauge und Flussbarsch haben keine spezifischen Ansprüche ans Laichsubstrat. Sie finden ihre Laichplätze auf dem Gewässergrund, an Wasser- und Sumpfpflanzen sowie an ins Wasser hängenden Ästen und Totholz. Die Phytophilen Hecht, Schleie und Rotfeder finden im Baggersee überwiegend entlang des Südufers geeignete Pflanzenbestände vor. Der Hecht laicht auch in im Wasser stehenden Röhricht- und Seggenbeständen. Schleien laichen in sich schnell erwärmenden flachen, krautreichen Buchten.

Annähernd ausschließlich von Fischen (Piscivore) ernähren sich Hecht, Zander und Wels. Während deren Jungfische oft im Schutz der Strukturen entlang der Unterwasserböschungen rauben, stellen besonders adulte Hechte und Zander auch Futterfischen im Freiwasser nach.

Eine inverti-piscivore Fischart (sie ernährt sich sowohl von Invertebraten als auch Fischen) wie der Flussbarsch ernährt sich anfänglich von Kleintieren wie Zooplankton, Insektenlarven und später auch von Fischen. Bereits junge Stadien schwimmen dazu schwarmweise ins Freiwasser um dort Zooplankton zu fressen.

Die größte Gruppe im Philippsee stellen die Omnivoren (Ernährung durch pflanzliche wie tierische Kost) dar. Zu ihnen gehören Brachsen, Karausche, Karpfen, Moderlieschen, Rotauge, Rotfeder, Ukelei und Schleie. Stark bodenorientiert ernähren sich Karpfen, Karausche und Schleie. Junge Brachsen sowie Rotaugen, Rotfedern und Ukeleien jeden Alters schwärmen oft durchs Pelagial um dort Zooplankton aufzunehmen.

Bei dem durch (Fehl-) Besatz ins Gewässer gelangten Stint handelt es sich um eine planktivore Art, die sich ähnlich dem heimischen Felchen überwiegend von Zooplankton ernährt.

Der Fischbestand entspricht überwiegend der zu erwartenden Artenzusammensetzung eines jungen Stillgewässers.

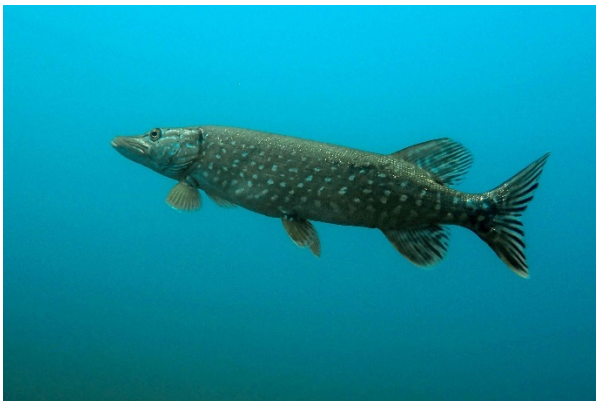

Abbildung 6: Hecht im Freiwasser

Abbildung 7: Barsch bei der Futtersuche

Abbildung 8: der bodenorientierte Karpfen

Abbildung 9: Rotfedern im Freiwasser

4.3 Wasserpflanzenaufkommen

Im Philippsee kommen überwiegend Wasserpflanzenarten (Zerbrechliche Armleuchteralge, Ähriges Tausendblatt, Krauses Laichkraut, Knotiges Laichkraut, Kamm-Laichkraut, Haarblättriger Hahnendfuß, Rötlicher Wasserehrenpreis und Teichfaden) nährstoffreicher Seen vor, die dem FFH-Lebensraumtyp 3150 (Natürliche, nährstoffreiche Seen) zugeordnet werden können.

Entlang des Nordostufers konnte nur der Teichfaden (*Zannichelia palustris*) nachgewiesen werden.

5. Schutzgutbezogene Leitbilder/Zielsysteme

Fische
Abgeschlossene Baggerseen stellen je nach ökologischer Ausstattung für viele einheimische Fisch- besonders Stillwasserarten einen geeigneten Lebensraum dar (DEHUS 2000). Diese Gewässer werden überwiegend von Angelvereinen bewirtschaftet (kontinuierlicher Besatz und Fang unterschiedlicher Fischarten). Jungen Baggerseen fehlen oft die wichtigen Flachwasserzonen und ein naturnaher Strukturreichtum. Diese Gewässer sind deshalb vergleichsweise ertragsarm (PÄTZOLD 2000).

In oligo- und mesotrophen Gewässern dominiert zumeist der Barsch. Erfolgreiche Nebenfischarten sind das Rotauge, der Brachsen, der Güster, die Laube (Ukelei) sowie bei krautreichen Verhältnissen der Hecht und die Schleie. Durch Besatz kommen zumeist noch Karpfen, Wels und Zander hinzu, wobei sich der Zander in noch in der Auskiesung befindlichen Baggerseen oft erfolgreich vermehrt.

In eutrophierten Seen dominieren zumeist die Cypriniden Rotauge und Brachsen. Raubfische wie Barsch, Hecht und/oder Zander erreichen ebenfalls höhere Bestandsdichten. Zu den Nebenfischen zählen Ukelei, Kaulbarsch, Güster, Wels und Rotfedern sowie der seltene Bitterling, der allerdings zur Vermehrung auf Großmuschelvorkommen angewiesen ist.

Für den Gewässertypus Brachsensee (mit der Leitfischart Brachsen) stellt das Auftreten einer sauerstoffarmen Schicht über Grund während der Sommermonate nichts Außergewöhnliches dar (HOFFMANN 1995).

Submerse Makrophyten
Die mögliche Besiedlung von Baggerseen durch höhere Wasserpflanzen ist ebenfalls an die vorhandenen ökologischen Rahmenbedingungen geknüpft. Hierbei spielt die Nährstoffverfügbarkeit eine entscheidende Rolle. In oligotrophen Gewässern dominieren zumeist Armleuchteralgen, während in eutrophen Seen Bestände der Laichkrautgesellschaften (OBERDORFER 1992, PHILIPPI 1969 u. 1978, KRAUSE 1997, PÄTZOLD 2003) den Großteil des Litorals besiedeln.

Grundwasser beeinflusste Baggerseen können für viele Jahrzehnte einen dauerhaften Standort für gefährdete Characeen (FFH- Lebensraumtyp 3140) darstellen. Diese Situation lässt sich durch entsprechende Maßnahmen stabilisieren. Ist eine Eutrophierung bereits eingetreten, so können diese Gewässer weiterhin für viele gefährdete submerse Gefäßpflanzen einen geeigneten Siedlungsraum bieten.

Je geringer die Nährstoffeinträge, desto dauerhafter können Baggerseen als Lebensraum für submerse Makrophyten dienen.

6. Einschätzung des aktuellen Lebensraums

6.1 Fische

Tabelle 6: Skala zur Bewertung von Tierlebensräumen (hier Fische) (nach BRINKMANN 1998)

Wertstufe	Definition der Skalenabschnitte
1 sehr hohe Bedeutung	* Ein Vorkommen von einer vom Aussterben bedrohten Tierart oder Vorkommen mehrerer stark gefährdeter Tierarten in überdurchschnittlichen Bestandsgrößen * Vorkommen zahlreicher gefährdeter Tierarten in überdurchschnittlichen Bestandsgrößen * ein Vorkommen einer Tierart der FFH-Richtlinie, Anhang II, die in der Region oder landesweit stark gefährdet ist * Vorkommen stenotoper Arten mit Anpassung an sehr stark gefährdete Lebensräume
2 hohe Bedeutung	* Ein Vorkommen einer stark gefährdeten Tierart * Vorkommen mehrerer gefährdeter Tierarten in überdurchschnittlichen Bestandsgrößen * ein Vorkommen einer Tierart der FFH-Richtlinie, die in der Region oder landesweit stark gefährdet ist * Vorkommen stenotoper Arten mit Anpassung an stark gefährdete Lebensräume
3 mittlere Bedeutung	* Vorkommen gefährdeter Tierarten oder allgemein hohe Tierartenzahlen bezogen auf den biotopspezifischen Erwartungswert * Vorkommen stenotoper Arten mit Anpassung an gefährdete Lebensräume
4 geringe Bedeutung	* gefährdete Tierarten fehlen und * bezogen auf die biotopspezifischen Erwartungswerte stark unterdurchschnittliche Tierartenzahlen
5 sehr geringe Bedeutung	* anspruchsvollere Tierarten kommen nicht vor

Der Fischbestand im Baggersee setzt sich überwiegend aus anspruchslosen, kommunen Arten zusammen. In der aktuellen Roten Liste Baden- Württembergs werden der Aal, die Karausche und das Moderlieschen gelistet. Abgeschlossene Stillgewässer zählen nicht zu den Lebensräumen des Aals. Die Konkurrenzschwäche gegenüber anderen Cyprinidenarten führt oft zum Verschwinden der eigentlich widerstandsfähigen Karausche. Sie besiedelt zumeist Gewässer mit extremen Lebensbedingungen, wie verlandende Altarme. Die Karausche hat im Philippsee gegenüber dem geförderten Karpfen kaum die Möglichkeit sich zu etablieren. Das Moderlieschen wird zwar besetzt aber nicht nachgewiesen. Die Art bevorzugt entwickelte Gewässer mit höherem Planktonaufkommen. Der Philippsee eignet sich nur bedingt für diese Art. Schleie und Rotfeder stehen auf der Vorwarnliste.

Dem Gewässer wird für die regionale wie die potenzielle natürliche Fischfauna aktuell eine mittlere Bedeutung zugewiesen.

6.2 Wasserpflanzen

Bei der Betrachtung der Vegetation wird ebenfalls die obige Tabelle verwendet, wobei statt Tier-Pflanzenarten und anstatt FFH-Arten FFH-Lebensraumtypen (3140, 3150) betrachtet werden.

Im See wurden aktuell insgesamt acht Arten submerser Makrophyten nachgewiesen. Keine der vorgefundenen Arten gilt in den Roten Listen als gefährdet.

Dem Gewässer wird für die regionale wie überregionale Flora durch das Vorkommen weniger kommuner und anspruchsloser Arten aktuell eine geringe Bedeutung zugewiesen. Wie bereits im Kapitel 4.3 dargestellt, besitzt die Uferzone im Bereich der Projektfläche wahrscheinlich noch immer eine geringe Wertigkeit.

7. Vorbelastungen

Der untersuchte Baggersee weist eine Bade- und Angelnutzung auf. Die Kiesentnahme sowie die Einleitung von Kieswaschwasser führt zu einer intensiven Trübung, welche die Sichttiefe und die Nährstoffverfügbarkeit im gesamten See und damit auch die Ausbreitung der submersen Vegetation beeinflusst.

Die Badegäste beeinträchtigen durch Tritt partiell die Ausbildung einer submersen Vegetation entlang des Badebereichs am Südostufer. Hier ist der Gewässergrund bis in 1,5 m Wassertiefe annähernd vegetationsfrei. Der Einfluss des Badebetriebs auf den Pflanzen- bzw. Fischbestand im See ist lokal eng begrenzt und als wenig bedeutend einzustufen.

Der Sportfischerverein besetzt jährlich Fische. Der Besatz von Fischen stellt für ein Gewässer eine mögliche Beeinträchtigung dar. So zerstören wühlende Fische die überwiegend filigrane Characeen-Vegetation. Wühlende Arten (besonders Karpfen) treiben die Eutrophierung voran. Gleiches bewirken zooplanktonfressende Fischarten durch ihren Eingriff in das Planktongefüge.

Abbildung 10: wühlender Karpfen

Abbildung 11: Frasskrater-Landschaft

Während der damaligen Tauchkartierung wurden deutliche Wühlschäden in den Flachwasserbereichen festgestellt.

8. Auswirkungen des Vorhabens

8.1 Einschätzung nach BGL (2022)

Auf Basis der Modelluntersuchungen wurde berechnet, inwieweit sich durch die Installation einer schwimmenden PV-Anlage Beeinträchtigungen der Seewasserbeschaffenheit im Philippsee ergeben. Dabei wurden drei Phasen berücksichtigt:

- Istzustand mit besehender Auskiesungstätigkeit und
- Genehmigungszustand nach Aufgabe der Auskiesungstätigkeit
- Zustand nach Beendigung der Auskiesungstätigkeit

Außerdem wurden hinsichtlich der Beeinflussung meteorologischer Wirkgrößen zwei Varianten untersucht, die zum einen an einem natürlichen Referenzgewässer mit starker Teichlinsenüberdeckung (Variante 1) und an einem Baggersee mit Solarnutzung (Variante 2).
Unter den derzeitigen Gegebenheiten ist davon auszugehen, dass annähernd während der gesamten Phase der Solarnutzung auch eine Auskiesungstätigkeit vorhanden ist, da Konzessionserweiterungen geplant sind, so dass die Betriebsdauer der Kiesgewinnung (25 Jahre) jene der Solaranlage (30 Jahre) um etwa 5 Jahre unterschreiten wird. Die Beurteilung des Istzustandes hat folglich für die Beurteilung der Vorhabensauswirkungen die höhere Relevanz.
In der Modellierung wird für den Istzustand und den Genehmigungszustand dargelegt, ob und inwieweit bei der gewählten Nutzungsintensität (14 % Seeüberdeckung durch Solarmodule) Erheblichkeitsschwellen überschritten werden.

Tabelle 7: Zusammenfassende Bewertung vorhabensbedingter Auswirkungen

<table>
<tr><th></th><th>Istzustand</th><th>Genehmigungszustand</th><th colspan="2">Erweiterungsbereich (Planzustand und Sicherungsfläche</th></tr>
<tr><th>Betriebsphase</th><th>in Auskiesung</th><th>stillgelegt</th><th>in Auskiesung</th><th>stillgelegt</th></tr>
<tr><td>Fläche [ha]</td><td>57,4</td><td>62,5</td><td>86,5</td><td>86,5</td></tr>
<tr><td>Anteil der Seeüberdeckung</td><td>16 %</td><td>15 %</td><td>11 %</td><td>11 %</td></tr>
<tr><td>Zirkulationsverhalten</td><td colspan="2">unerheblich (Modell & Lit.)</td><td colspan="2" rowspan="7">unerheblich (Übertragung), da sich durch die Verringerung des Flächenanteils der Solarnutzung auch die Vorhabensauswirkungen verringern und somit auch bei diesen Planungsvarianten das Überschreiten von Erheblichkeitsschwellen auszuschließen ist.</td></tr>
<tr><td>Temperaturhaushalt</td><td colspan="2">unerheblich (Modell & Lit.)</td></tr>
<tr><td>Seeverdunstung</td><td colspan="2">unerheblich (Lit.)</td></tr>
<tr><td>Sauerstoffhaushalt</td><td colspan="2">unerheblich (Modell)</td></tr>
<tr><td>Nährstoffhaushalt sowie Algen- und Cyanobakterienentwicklung (Chl-a)</td><td colspan="2">unerheblich (Modell)</td></tr>
<tr><td>Entwicklung benthischer Cyanobakterien als Aufwuchs auf den Schwimmkörpern</td><td colspan="2">unerheblich (Lit.)</td></tr>
<tr><td>Entwicklung von Schwachlicht-Cyanobakterien-Arten (z.B. Planktothrix rubescens) im abgeschatteten Bereich</td><td colspan="2">unerheblich (Lit.)</td></tr>
<tr><td>Darstellung möglicher sekundärer Belastungen z.B. durch Antifouling, Leaching etc.</td><td colspan="2">unerheblich (Lit.)</td></tr>
</table>

Für keinen der untersuchten Parameter wurden Erheblichkeitsschwellen überschritten. Die geplante Nutzung zur Energiegewinnung im angegebenen Ausmaß kann demnach uneingeschränkt im Philippsee erfolgen. Wie der Tabelle 7 zu entnehmen ist, ergeben sich für alle betrachteten Varianten keine Verschlechterungen im Vergleich zum Istzustand und zum Genehmigungszustand. Eher ist mit einer Verringerung der Vorhabensauswirkungen zu rechnen, da in Folge der vergrößerten Seefläche der Überdeckungsgrad der Solarmodule zurückgeht.

8.2 Einschätzung zum Einfluss auf die submerse Vegetation und den Fischbestand

Die gewässerökologischen Veränderungen durch die Installation der PV-Anlage werden von Boos (BGL 2022) bei allen drei betrachteten Varianten als unerheblich eingeschätzt.
Die aktuell vorhandenen Beeinträchtigungen durch den Baggerbetrieb und die Waschwassereinleitung stellen hier deutliche wirkende Einflüsse dar.

Mit der Installation der PV-Anlage ist kein Verlust von vorhandener aquatischer Vegetation sowie (semi-) aquatischer Ufervegetation damit fischökologisch bedeutsamer Strukturen verbunden.

Die Verbreitung der submersen Makrophyten im See beschränkt sich aufgrund der Trübung auf eine Tiefe von wahrscheinlich fünf Meter. Durch die Einhaltung eines Mindestabstands von 40 Metern zum Ufer entfällt eine Beschattung der Pflanzen und damit deren Rückgang. Da die Auskiesung noch viele Jahre fortgesetzt werden soll, ist während der Auskiesung eine Ausbreitung der Wasserpflanzen in größere Tiefen nicht zu erwarten. Selbst danach bleibt die Verbreitung der Makrophyten auf eine Tiefe von weniger als 20 m beschränkt. Auch hier reicht ein Abstand von 40 m zum Ufer aus, um die Vegetation nicht durch Beschattung zu beeinträchtigen.

Die Auswirkungen durch den Aufbau bleiben auf eine kleine Uferpartie an der nördlichen Betriebsgrenze beschränkt. Sie bleiben temporär, da sich die Vegetation nach dem Eingriff wieder entwickeln kann/wird.

Mit der flächigen Beschattung eines Teils der Seefläche reduziert sich durch Lichtverlust die Primär- und damit auch die Sekundärproduktion im See. Das kann zu einem Rückgang an Fischproduktion (Zuwachs an Masse durch Wachstum und Reproduktion) führen. Aufgrund der geringen Überdeckung des Sees wirkt sich dieser Faktor nach den Berechnungen von BOOS (2022) nur unerheblich aus.
Die Primärproduktion ist ebenfalls abhängig von den Wassertemperaturen. Da die Gesamt-Sonneneinstrahlung jährlich variiert, ist die Produktion in einem Stillgewässer stetigen Schwankungen unterworfen.
Keine der vorhandenen und im See auch natürlich zu erwartenden Freiwasserarten ernährt sich rein planktivor. Zooplanktonverzehrende Jung- und Adultfische (Rotauge, Rotfeder, Barsch, Ukelei, etc.) haben stets die Möglichkeit ihr Nahrungshabitat im See anzupassen.
Der Einfluss der Beschattung auf die Produktion wird daher als unerheblich eingeschätzt.

Die PV-Anlage stellt mit seinen die Wasseroberfläche bedeckenden und in das Wasser reichenden Strukturen einen interessanten Unterstand für Fische dar. Es ist zu erwarten, dass sich im Bereich der Anlage vergleichbar mit ins Wasser gefallenen Bäumen, Steganlagen, im Hafen befindlichen Großschiffen etc. Fische ansammeln um dort Schutz zu suchen oder auch die besiedelten Strukturen nach Fressbarem abzusuchen. Eine Einschränkung der Angelfischerei durch den Betrieb der PV-Anlage ist nicht erkennbar.

9. Zusammenfassung

Die Firma Nexentury GmbH plant die Installation einer schwimmenden Photovoltaik Anlage mit der Leistung von 15 MWp auf dem Philippsee. Der vorliegende Bericht betrachtet die möglichen limnologischen und gewässerökologischen Veränderungen für den vorhandenen Fischbestand auf Grundlage vorhandener Daten.

Die aktuelle Auskiesung stellt einen nicht unerheblichen Eingriff in das Gewässer dar. Die energetische Nutzung durch eine schwimmende PV-Anlage geht über die Zeit der Kiesausbeutung hinaus.

Laut BGL (2022) werden durch die Installation keine Erheblichkeitsschwellen bezüglich Zirkulationsverhalten, Temperatur- und Sauerstoffhaushalt, Seeverdunstung und Nährstoff-haushalt überschritten und somit auch keine negativen Auswirkungen auf den Fischbestand zu erwarten sind. Dies gilt auch für die Zeit nach Beendigung der Auskiesung.

Bei einer sorgsamen Errichtung der vorgesehenen PV-Anlage mit genügendem Abstand zum Ufer ist mit keiner erheblichen Beeinträchtigung der submersen Vegetation, auch nach dem Ende der Auskiesung und einer, durch höhere Transparenz verursachten Ausbreitung der Wasserpflanzen, zu rechnen.

Die Beschattung stellt, aufgrund der nur unerheblichen Auswirkungen auf die limnischen Verhältnisse, keine maßgebliche Beeinflussung der Fischpopulationsentwicklung oder der Habitatbedingungen für die vorhandenen Fischarten dar. Auch Freiwasserarten wie die Ukelei sind aufgrund der vorhandenen Frassplatzverfügbarkeit nur unerheblich betroffen. Eine Einschränkung der angelfischereilichen Nutzung, durch den Betrieb der PV-Anlage, ist ebenfalls nicht erkennbar.

10. Literatur

Amtsblatt der EG 2000/60/EG: Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Gewässerpolitik (Wasserrahmenrichtlinie) (L 327, 22.12.00, S. 1-73)

Amtsblatt der EG 92/43/EWG: Flora-Fauna-Habitat Richtlinie FFH-Richtlinie, geändert durch die Richtlinie 97/62/EG vom 27.10.1997)

ARBEITSGRUPPE CHARACEEN DEUTSCHLANDS (2016): Armleuchteralgen.- Die Characeen Deutschlands. Rostock, 618 S.

BAER. J. ET AL. (2014): Rote Liste für Baden-Württembergs Fische, Neunaugen und Flusskrebse.- Ministerium für ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Stuttgart, 64 S.

BALON, E. K. (1975): Ecological guilds of fishes: a short summary of the concept and its application. Verh. Internat. Verein. Limnol. 19: 2430-2439.

BALON E. K. (1985): Early life history of fishes: new development ecological and evolutionary perspectives. - Developmental and Environmental Biology of Fishes, 5 Dordrecht.

BALON, E. K. (1991): Epigenesis of an epigeneticist: the development of some alternative concepts on the early ontogeny and evolution of fishes. - Guelph Ichthyol. Rev. 1: 1-48.

BAUCH, G. (1965): Die einheimischen Süßwasserfische.- 200 S.

BAUR, W. & RAPP, J. (1988): Gesunde Fische.- 238 S., Hamburg

BGL, BOOS, K-J. (2017): Limnologisches Begleitgutachten zur Beeinflussung Zur UVU Kiesgrubenerweiterung und Vertiefung Philipp & Co. KG, Bad Schönborn, unveröffentlicht, Saarbrücken, 90 Seiten.

BGL, BOOS, K-J. (2022): Limnologisches Begleitgutachten zur Beeinflussung des Philippsees durch die Exposition einer PV-Anlage, unveröffentlicht, Saarbrücken,63 Seiten.

BRINKMANN, R. (1998): Berücksichtigung faunistisch- tierökologischer Belange in der Landschaftsplanung.- Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, 4/98, 127 S.

BINOT, M., BLESS, R., BOYE, P. (1998): Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands.- Schriftenreihe f. Landschaftspflege u. Nat.schutz, Heft 55, Bonn, S. 53-65.

BOOS, K.-J. (2017): Limnologisches Begleitgutachten zur UVU Kiesgrubenerweiterung und Vertiefung Philipp & CoKG, Bad Schönborn.- 90 S. unveröffentlicht.

BUNDESAMT F. NATURSCHUTZ (2009): Rote Liste der Süßwasserfische und Neunaugen.- Naturschutz und biolog. Vielfalt 70, S. 291 – 316, Bonn.

BUNDESAMT F. NATURSCHUTZ (2018): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze.- Band 7, S. 13 – 358, Bonn.

DEHUS, P. (2000): Fische in Baden-Württemberg - Lebensraum Seen und Weiher.- Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg, Stuttgart, 128 S.

FORSBERG, C. (1965): Nutritional studies of Chara in axenic cultures.- Physiologia Plantarum 18, S. 275-290.

FREYHOFF, J. (2009): Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Fisch- und Neunaugenarten.- Naturschutz und biolog. Vielfalt 70, S. 291-316, Bonn.

HOFFMANN, R. ET AL. (1995): Fische in Baden-Württemberg - Gefährdung und Schutz.- Ministerium für Landwirtschaft und Forsten Bad.-Württ., Stuttgart; 92 S.

JENS, G. (1980): Die Bewertung der Fischgewässer.- 2. Auflage, Hamburg, 160 S.

KLEIN, M. (1987): Fischereiliche Bewirtschaftung von Stau- und Baggerseen.- Fisch&Fang 10, S. 56-57.

KORSCH, H., DOEGE, A., RAABE, U., VDWEYER, K. (2013): Rote Liste der Armleuchteralgen Deutschlands.- Hausknechtia Beiheft 17, 34 S., Jena.

KOTTELAT M. & FREYHOFF, J. (2007): Handbook of European Freshwaterfishes.- 646 S., Berlin.

KRAUSE, W. (1997): Süßwasserflora von Mitteleuropa – Charales.- Band 18, 202 S., Stuttgart.

LADIGES, W., VOGT, D. (1979): Die Süßwasserfische Europas.- Hamburg; 299 S.

LfU (2003): Zentrales Baggersee Informationssystem ZEBIS.- (CD-Rom), Karlsruhe

LUBW (2006): Der Makrophytenbestand in ausgewählten Baggerseen der Oberrheinebene.- 348 S., Karlsruhe

LUBW (2008): FFH-Arten in Baden-Württemberg.- 38 S., Karlsruhe.

LUBW (2009): Pflege- und Entwicklungsplan für das FFH- Gebiet 6816-341 „Rheiniederung zwischen Karlsruhe und Philippsburg“- 263 S., Karlsruhe.

MANIAK, U. (2005): Hydrologie und Wasserwirtschaft. - 5. Auflage, Springer Verlag Berlin,

MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K., VOGT, E. (1986): Die Makrophytenvegetation des Chiemsees.- Informationsberichte Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft, 4/86, 211 S.

MELZER, A. (1988): Der Makrophytenindex – Eine biologische Methode zur Ermittlung der Nährstoffbelastung von Seen.- Habilitationsschrift, Fakultät für Chemie, Biologie und Geowissenschaft der TU München.

MELZER, A. (1991): Die submerse Vegetation bayerischer Seen – Möglichkeiten einer biologischen Gewässerbeurteilung.- Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Bd. 2, S. 75-85, München.

MELZER, A., U. SCHNEIDER, S. (2001): Submerse Makrophyten als Indikatoren der Nährstoffbelastung von Seen – Handbuch angewandte Limnologie, 13.Erg.LfG 11/01, 13 S..

MÜHLENBERG, M. (1989): Freilandökologie. - Quelle und Meyer, Heidelberg, Wiesbaden, 430 pp.

MÜLLER, H. (1983): Fische Europas. –Neumann Verlag Leipzig, 320 pp.

MUUS, B. J. & DAHLSTRÖM, P. (1978): Süßwasserfische.- München, 224 S.

OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I.- 355 S., Stuttgart.

OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora.- , 7. überarbeitete Auflage, 1050 S., Stuttgart.

PÄTZOLD, F. (2000): Zur fischereilichen Bewirtschaftung von Angelgewässern.- In 25 Jahre Arbeitskreis Oberrhein-Nord, S.77-92, Rastatt.

PÄTZOLD, F. (2003): Ökologische Typisierung von Baggerseen am Oberrhein.- Carolinea 60, S. 91 – 102, Karlsruhe.

PÄTZOLD, F. (2004): Untersuchungen zur Unterwasservegetation und zum Fischbestand im Baggersee „Äußeres Fischwasser“ bei Langenbrücken.- Unveröffentlicht, 10 S.

PÄTZOLD, F. (2018): Chemisch-physikalische Untersuchungen am Baggersee „Inneres Fischwasser“ bei Langenbrücken.- Stagnations- und Zirkulationsphase 2018, unveröffentlicht, Baden-Baden

PÄTZOLD, F. (2020): Chemisch-physikalische Untersuchungen am Baggersee „Inneres Fischwasser“ bei Langenbrücken.- Stagnations- und Zirkulationsphase 2018, unveröffentlicht, Baden-Baden

PHILIPPI, G. (1969): Laichkraut- und Wasserlinsengesellschjaften des Oberrheingebietes.- Beih. Veröff. Natur. Landschaftspfl. Bad.-Württ.,m S. 102 – 172, Heft 37, Karlsruhe.

PHILIPPI, G. (1978): Veränderungen der Wasser- und Uferflora im badischen Oberrheingebiet. - Beih. Veröff. Natur. Landschaftspfl. Bad.-Württ., Heft 11, Karlsruhe.

SCHIEMER, F. & WAIDBACHER, H. (1992): Strategies for conservation of a danubian fish fauna, pp. 363-382. - In Boon, P. J., Calow, P. & Petts, G. E. (Eds) *River Conservation and Management* John Wiley & Sons Ltd.

SCHMIDT, D. et al. (1996): Rote Liste der Armleuchteralgen (*Charophyceae*) Deutschlands.- Schriftenreihe für Vegetationskunde, Heft 28, S. 547-576, Bonn.

TÜXEN, R. & PREISING, E. (1942): Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzen-Gesellschaften.- Deutsche Wasserwirtschaft 1. 10-17.

VDFF, BAER, J. et al. (2007): Gute fachliche Praxis fischereilicher Besatzmaßnahmen.- Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e. V., Heft 14, S. 151 S., Bonn.

Baden-Baden, den 21. Juli 2022