



**Gemeinde Iffezheim**

**Bebauungsplan**  
***Schwimmende Photovoltaikanlage***  
***Kernsee auf der Hardt***

Umweltbericht

November 2024

**Bearbeitung**

arguplan GmbH  
Vorholzstraße 7  
76137 Karlsruhe  
Tel. 0721 1611 0-21  
juris@arguplan.de

**Auftraggeberin**

Gemeinde Iffezheim  
Hauptstraße 54  
76473 Iffezheim  
Tel. 07229 605-0  
gemeinde@iffezheim.de

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> -----	<b>1</b>
1.1	Inhalt und Ziele des Bebauungsplans -----	1
1.2	Ziele des Umweltschutzes gemäß Fachgesetzen und Fachplänen -----	2
1.3	Umweltziele und ihre Berücksichtigung im B-Plan -----	5
<b>2</b>	<b>Beschreibung und Bewertung Ist-Zustand Umwelt</b> -----	<b>7</b>
2.1	Schutzgut Boden -----	7
2.2	Schutzgut Wasser -----	9
2.3	Schutzgut Klima/Luft -----	11
2.4	Schutzgut Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt -----	12
2.5	Schutzgut Landschaft -----	15
2.6	Schutzgut Fläche -----	18
2.7	Schutzgut Mensch -----	18
2.8	Schutzgut Kultur- und Sachgüter -----	20
<b>3</b>	<b>Status quo-Prognose</b> -----	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>Konfliktanalyse</b> -----	<b>21</b>
4.1	Planungsrecht -----	21
4.2	Schutzgut Boden -----	21
4.3	Schutzgut Wasser -----	22
4.4	Schutzgut Klima und Luft -----	26
4.5	Schutzgut Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt -----	28
4.6	Schutzgut Landschaft -----	30
4.7	Schutzgut Fläche -----	33
4.8	Schutzgut Mensch -----	34
4.9	Schutzgut Kultur- und Sachgüter -----	37
4.10	Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern -----	37

<b>5</b>	<b>Kumulative Wirkungen</b> -----	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>Artenschutzrechtliche Beurteilung</b> -----	<b>39</b>
6.1	Methoden -----	39
6.2	Anlagebedingte Auswirkungen -----	40
6.3	Bau- und betriebsbedingte Auswirkungen -----	53
6.4	Fazit -----	57
<b>7</b>	<b>Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen</b> -----	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>Eingriffs-/Ausgleichsbilanz</b> -----	<b>58</b>
<b>9</b>	<b>Planungsalternativen</b> -----	<b>62</b>
<b>10</b>	<b>Sonstige Angaben</b> -----	<b>63</b>
<b>11</b>	<b>Gesamtbewertung</b> -----	<b>64</b>
<b>12</b>	<b>Allgemeinverständliche Zusammenfassung</b> -----	<b>65</b>
12.1	Inhalte und Ziele des Bebauungsplans -----	65
12.2	Schutzgutbezogene Umweltprüfung -----	65
12.3	Artenschutzrechtliche Beurteilung -----	74
12.4	Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen -----	75
<b>13</b>	<b>Verwendete Unterlagen</b> -----	<b>75</b>

**Anlagen**

- Anlage 1: Lageplan mit Übersichtskarte  
Anlage 2: Erfasste Brutreviere der Wasservögel

**Anhänge**

- Anhang 1: Testergebnisse zur Stabilität und zum Umweltverhalten der Anlagenkomponenten (Zimmermann PV-Floating)  
Anhang 2: Sicherheitsdatenblatt Transformatorenöl (M&I Materials Ltd.)  
Anhang 3: Limnologisches Begleitgutachten zu den Auswirkungen durch die Anlage und den Betrieb einer schwimmenden PV-Anlage auf die Quarzsand- und Quarzkies-Abbaustätte Iffezheim der Kieswerk und Baustoff-Industrie (BGL)  
Anhang 4: Mögliche Effekte auf den vorkommenden Fisch- und Wasserpflanzenbestand (Frank Pätzold)

## **1 Einleitung**

### **1.1 Inhalt und Ziele des Bebauungsplans**

Die Gemeinde Iffezheim plant die Aufstellung des Bebauungsplans *Schwimmende Photovoltaikanlage Kernsee auf der Hardt*. Hintergrund dazu stellt die Absicht der SPV Solarpark 124. GmbH & Co.KG dar, auf dem Baggersee der KBI Kieswerk und Baustoff-Industrie Kern GmbH & Co. KG (im Folgenden KBI) eine schwimmende PV-Anlage zu errichten (s. Anlage 1).

Die geplante FPV-Anlage ist unterteilt in eine Eigenverbrauchsanlage (voraussichtlich 3,22 MWp), mit der das Kieswerk der Fa. KBI versorgt werden soll, und in eine Volleinspeiser-Anlage (voraussichtlich 23,59 MWp), deren Erträge in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Der Betrieb der Anlage ist momentan auf 30 bis 35 Jahre angesetzt.

Mit dem Bebauungsplan werden das Planungsrecht und damit auch die Investitionssicherheit zur Errichtung einer schwimmenden Photovoltaik-Anlage (Floating Photovoltaics, FPV) auf dem Baggersee der KBI in Iffezheim geschaffen.

Die geplante FPV-Anlage befindet sich im westlichen Teil des Baggersees (s. Anlage 1). Sie besitzt voraussichtlich eine Größe von maximal 13,6 ha und nimmt maximal 14,6 % der aktuellen Seefläche (ca. 93 ha) ein. Die gemäß § 36 Abs. 3 Wasserhaushaltsgesetz zulässige Gesamtgröße von max. 15 % eines Gewässers wird somit eingehalten.

Der Geltungsbereich des Bebauungsplans umschließt die geplante FPV-Anlage und besitzt eine Größe von ca. 18,7 ha (s. Anlage 1). Die FPV-Anlage ist so abgegrenzt, dass die weitere Rohstoffgewinnung ohne eine gegenseitige Beeinträchtigung betrieben werden kann. Die im Geltungsbereich geplante FPV-Anlage besitzt einen Mindestabstand von ca. 89 m zum Ufer, sodass der gesetzlich zulässige Abstand von mindestens 40 m sicher eingehalten wird.

Die Lagerung und Montage der PV-Module erfolgt auf einer am Südufer des Baggersees gelegenen Fläche. Diese Fläche ist eine zur Rohstoffgewinnung genehmigte Abbaufäche und wurde im Vorgriff zum zukünftigen Abbau bereits beräumt. Die Vegetation wurde entfernt und der Oberboden abgetragen. (s. Abb. 1). Die Anlieferung der PV-Komponenten ist über bestehende Feldwege vorgesehen, die ebenfalls für den Abraumtransport im Rahmen des Kiesabbaus genutzt werden. Die Errichtung der Anlage kann voraussichtlich innerhalb von drei Monaten abgeschlossen werden.

Die FPV-Anlage wird unterhalb der Konstruktion am Seegrund verankert. Mit einem dynamischen Befestigungssystem beträgt die natürliche horizontale Bewegung der Anlage durch Wind und Wellen bis zu ca. 6 m. Diese möglichen Lageabweichungen sind in der Ausweisung des Geltungsbereichs im Bebauungsplan abgedeckt. Ebenso ermöglicht das dynamische Befestigungssystem, schwankende Seewasserstände auszugleichen. Um die Anlage vor Wellenschlag zu schützen, sind Wellenbrecher vorgesehen.

Der gewonnene Strom der Eigenversorgungsanlage wird über eine Leitung von der schwimmenden Anlage zum Nordufer des Sees geführt (s. Anlage 1). Von dort verläuft die Kabel-

trasse über die Betriebsflächen der Fa. KBI bis zum Einspeisepunkt innerhalb des Kieswerkbereichs. Der Strom der Volleinspeiser-Anlage wird zunächst bis an das Westufer des Sees und weiter vorrangig entlang von bestehenden Wegetrassen bis zum Umspannwerk Iffezheim geführt. Die Sicherung der Kabeltrasse zum Netzverknüpfungspunkt für die Volleinspeiser-Anlage wurde noch nicht begonnen. Dies erfolgt über ein separates Genehmigungsverfahren.

Zielsetzung des Bebauungsplans ist der Ausbau der Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien. Damit werden die zentralen energiepolitischen Ziele des Bundes und des Landes verfolgt. Durch den Ausbau der regenerativen Energiegewinnung, insbesondere auch der Photovoltaik, soll eine deutliche Reduktion der Treibhausgasfreisetzung erreicht und damit dem Klimawandel entgegengewirkt werden. Darüber hinaus trägt das Vorhaben zur Reduzierung der Abhängigkeit von Energieimporten und damit zur Versorgungssicherheit und Energieautonomie bei.

Zur Errichtung von PV-Anlagen werden in erster Linie Flächen, die einer anderen Nutzung nicht zugänglich sind (z.B. Dächer, Brachen) verwendet. In den letzten Jahren ist mit Wasserflächen eine weitere Flächenkategorie hinzugekommen. Hier können vorzugsweise künstlich geschaffene bzw. anthropogen vorgeprägte Gewässer mit geringen Strömungsverhältnissen wie Baggerseen, geflutete Tagebauflächen und Stauseen mit schwimmenden Photovoltaikanlagen belegt werden. Die Vorteile dieser schwimmenden Photovoltaikanlagen liegen in einem besonders hohen Wirkungsgrad und der geringen Flächenkonkurrenz.

Der hier vorgelegte Umweltbericht behandelt die in § 2a Baugesetzbuch (BauGB) sowie in der Anlage des Gesetzes aufgeführten Anforderungen an die Umweltprüfung.

## **1.2 Ziele des Umweltschutzes gemäß Fachgesetzen und Fachplänen**

### **1.2.1 Fachgesetze**

#### **Baugesetzbuch**

Gemäß § 1 Nr. 7 BauGB sind folgende Belange des Umweltschutzes zu berücksichtigen:

- die Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen, Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima, Landschaft und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen sowie die Landschaft und die biologische Vielfalt,
- die Erhaltungsziele und der Schutzzweck der Natura 2000-Gebiete im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes,
- umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie die Bevölkerung insgesamt,
- umweltbezogene Auswirkungen auf Kulturgüter und sonstige Sachgüter,
- die Vermeidung von Emissionen sowie der sachgerechte Umgang mit Abfällen und Abwässern,

- die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie,
- die Darstellungen von Landschaftsplänen sowie von sonstigen Plänen, insbesondere des Wasser-, Abfall- und Immissionsschutzrechts,
- die Erhaltung der bestmöglichen Luftqualität in Gebieten, in denen die durch Rechtsverordnung zur Erfüllung von Rechtsakten der Europäischen Union festgelegten Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden,
- die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Belangen des Umweltschutzes,
- unbeschadet des § 50 Satz 1 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, die Auswirkungen, die aufgrund der Anfälligkeit der nach dem Bebauungsplan zulässigen Vorhaben für schwere Unfälle oder Katastrophen zu erwarten sind.

### **Bundesnaturschutzgesetz**

Nach § 1 des BNatSchG sind Natur und Landschaft aufgrund ihres eigenen Wertes und als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen auch in Verantwortung für die künftigen Generationen im besiedelten und unbesiedelten Bereich nach Maßgabe der nachfolgenden Absätze so zu schützen, dass

- die biologische Vielfalt,
- die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter sowie
- die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft

auf Dauer gesichert sind; der Schutz umfasst auch die Pflege, die Entwicklung und, soweit erforderlich, die Wiederherstellung von Natur und Landschaft (allgemeiner Grundsatz).

### **Bundes-Bodenschutzgesetz**

Gemäß § 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) sollen nachhaltig die Funktionen des Bodens gesichert oder wiederhergestellt werden. Hierzu sind schädliche Bodenveränderungen abzuwehren, der Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen. Bei Einwirkungen auf den Boden sollen Beeinträchtigungen seiner natürlichen Funktionen sowie seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte soweit wie möglich vermieden werden. Neben dem BBodSchG sind auch die Vorgaben der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) zu beachten.

### **Wasserhaushaltsgesetz**

Zweck des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) ist es, durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen (§ 1 WHG). Neben dem WHG sind auch die Vorgaben des Wassergesetzes Baden-Württemberg (WG) zu beachten.

Darüber hinaus formuliert das WHG den Grundsatz, bei der Gewässerbewirtschaftung die Erfordernisse des Klimaschutzes zu berücksichtigen und den Folgen des Klimawandels vorzubeugen.

### **Bundes-Immissionsschutzgesetz**

Zweck des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen (§ 1 BImSchG). Bei Planungen sind dazu eine Reihe von Verordnungen zu beachten, z.B. TA Luft, TA Lärm, 16. BImSchV (Verkehrslärmschutzverordnung), 22. BImSchV (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft) und 24. BImSchV (Verkehrswege-Schallschutzmaßnahmenverordnung).

### **Bundesklimaschutzgesetz und Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg**

Zweck dieses Bundesklimaschutzgesetzes ist es, zum Schutz vor den Auswirkungen des weltweiten Klimawandels die Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele sowie die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben zu gewährleisten. Grundlage bildet die Verpflichtung nach dem Übereinkommen von Paris aufgrund der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, wonach der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf deutlich unter 2 Grad Celsius und möglichst auf 1,5 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen ist, um die Auswirkungen des weltweiten Klimawandels so gering wie möglich zu halten.

Zentrales Element des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KSG BW) sind die Klimaschutzziele für die Jahre 2030 und 2040. Das Klimaschutzgesetz macht klare Vorgaben, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren: Der Treibhausgasausstoß des Landes soll im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 bis 2030 um mindestens 65 Prozent und bis 2040 soll über eine schrittweise Minderung eine Netto-Treibhausgasneutralität („Klimaneutralität“) erreicht sein. Hierzu werden verschiedene Ziele und Maßnahmen definiert. Durch die Festlegung des Landesflächenziels für den Ausbau erneuerbarer Energien sollen die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien geschaffen werden.

Neben den Klimaschutzgesetzen sind auch die Vorgaben des Gesetzes für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG) zu beachten. Zweck dieses Gesetzes ist es, insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, Der Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch soll auf 65 Prozent im Jahr 2030 gesteigert werden. Vor dem Jahr 2050 soll der gesamte Strom, der im Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland erzeugt oder verbraucht wird, treibhausgasneutral erzeugt werden.

Mit dem Gesetz zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor vom 20.07.2022 wurde in § 2 die besondere Bedeutung der erneuerbaren Energien hervorgehoben. Die Errichtung und der Be-

trieb von Anlagen sowie den dazugehörigen Nebenanlagen liegen im überragenden öffentlichen Interesse. Bis die Stromerzeugung im Bundesgebiet nahezu treibhausgasneutral ist, sollen die erneuerbaren Energien als vorrangiger Belang in die jeweils durchzuführenden Schutzgüterabwägungen eingebracht werden.

## 1.2.2 Fachplanungen

### Regionalplan

Im Frühjahr 2021 wurde die erste Anhörung zur Fortschreibung des derzeit gültigen Regionalplans Mittlerer Oberrhein 2003 durchgeführt. Mit einem Satzungsbeschluss für den Regionalplan (4. Regionalplan) wird 2024 gerechnet. Der noch gültige Regionalplan Mittlerer Oberrhein 2003 mit Stand vom März 2021 schließt verschiedene Teilfortschreibungen mit ein.

Im derzeit gültigen Regionalplan 2003 ist der Geltungsbereich des Bebauungsplans als *Konzession/Abbaustandort der oberflächennahe Rohstoffe Kies und Sand* ausgewiesen.

Darüber hinaus ist der Geltungsbereich mit der Ausweisung *Bereich zur Sicherung von Wasservorkommen* belegt. Zur langfristigen Sicherstellung der Versorgung der Bevölkerung mit Wasser sollen die Bereiche zur Sicherung von Wasservorkommen so geschützt und entwickelt werden, dass die Möglichkeit der Gewinnung von Wasser in einwandfreier Qualität und in maximaler, ökologisch verträglicher Menge dauerhaft gewährleistet ist. Hierzu sollen alle Nutzungen ausgeschlossen werden, die diesem Vorsorgeschutz entgegenstehen. Im 4. Regionalplan des RVMO ist für den Geltungsbereich keine Ausweisung zur Sicherung von Wasservorkommen vorgesehen.

Der nördliche Teil des Geltungsbereichs liegt innerhalb der Zone III B des Wasserschutzgebietes *Stadt Rastatt, WWK Ottersdorf 102*.

### Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan der Vereinbarten Verwaltungsgemeinschaft Rastatt vom 26.06.2006 weist den Geltungsbereich als *Fläche für Abgrabungen oder die Gewinnung von Steinen, Erden u.a. Bodenschätzen* aus.

Die Betriebsflächen des Kieswerks der Fa. KBI sind mit der Ausweisung *Gewerbliche Baufläche* belegt.

## 1.3 Umweltziele und ihre Berücksichtigung im B-Plan

Die in Kapitel 1.2.1 und 1.2.2 dargestellten Fachgesetze und Fachplanungen haben zum Ziel, die Umweltbelange im Bebauungsplan festzusetzen. Die Planung ist nach den Umweltbelangen zu optimieren und etwaige Vermeidungs-, Minderungs- und Ausgleichsmaßnahmen sind festzulegen (siehe Tabelle 1).

**Tab. 1:** Umsetzung der Umweltziele der Fachgesetze im Bebauungsplan.

<b>Relevante Fachgesetze mit Zielsetzung</b>	<b>Berücksichtigung im Bebauungsplan</b>
<b>Baugesetzbuch (BauGB)</b>	
Sparsamer und schonender Umgang mit Grund und Boden; Begrenzung der Bodenversiegelung auf das notwendige Maß Auszug aus (§ 1a (2) BauGB)	Errichtung der Anlage auf einer Wasserfläche. Verzicht auf Versiegelung terrestrischer Flächen. Nutzung von bereits beräumten Flächen im Kieswerksbereich zur Montage der PV-Anlage.
Vermeidung und Ausgleich voraussichtlich erheblicher Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes sowie der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts (§ 1a (3) BauGB)	Formulierung von Maßnahmenvorschlägen im Umweltbericht, mit denen sich erhebliche Beeinträchtigungen auf Schutzgüter vermeiden, minimieren oder ausgleichen lassen.
<b>Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)</b>	
Schutz von Menschen, Tieren und Pflanzen, des Bodens, des Wassers, der Atmosphäre sowie der Kultur- und sonstiger Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen (§ 1 BImSchG).	Sehr geringe baubedingte stoffliche Emissionen und Schallemissionen, die vor dem Hintergrund der Vorbelastung aus dem Umfeld (Kieswerksbetriebe) und der zeitlichen Begrenzung nicht ausschlaggebend sind.  Keine relevanten Emissionen durch den Betrieb der Anlage.
<b>Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)</b>	
Schutz von Natur und Landschaft auf Grund ihres eigenen Wertes und als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen, so dass die biologische Vielfalt, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft auf Dauer gesichert sind (§ 1 (1) BNatSchG).	Errichtung einer uferfernen PV-Anlage auf einer offenen Seefläche. Die temporäre Lagerung und Montage der PV-Module erfolgt auf eine vegetationsarme Betriebsfläche, für die eine Abbaugenehmigung vorliegt.
<b>Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)</b>	
Nachhaltige Sicherung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen; Abwehr schädlicher Bodenveränderungen; Sanierung von Boden, Altlasten und hierdurch verursachten Gewässerverunreinigungen	Errichtung der Anlage auf einer Wasserfläche. Verzicht auf Versiegelung terrestrischer Flächen. Nutzung von bereits beräumten und zum Kiesabbau vorbereiteten Flächen zur Montage der PV-Anlage
<b>Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG)</b>	
Schutz von Gewässern als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere u. Pflanzen sowie als nutzbares Gut durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung (§ 1 WHG).  Sparsamer u. effizienter Umgang mit dem Allgemeingut Wasser; wirksamer Schutz von Gewässern	Gewässerschutz durch Vermeidung/Minimierung von stofflichen Einträgen. Dies wird durch die Auswahl langlebiger Anlagenkomponenten, die Konzeption der schwimmenden Anlage, die geplante Wartung sowie durch die Auswahl umweltfreundlicher Betriebsmittel erreicht.

Relevante Fachgesetze mit Zielsetzung	Berücksichtigung im Bebauungsplan
vor stofflichen Belastungen; ökologische Verträglichkeit des Hochwasserschutzes; Berücksichtigung des Klimaschutzes und Anpassung an die Folgen des Klimawandels (§ 1) WG)	
<b>Bundesklimaschutzgesetz (KSG); Klimaschutzgesetz für Baden-Württemberg (KSG BW)</b>	
Erreichen der national verbindlichen Klimaschutzziele (Verpflichtung nach dem Pariser Klimaschutzabkommen i.V.m. der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen u.a.) als Mindestziel (§4 KSG BW), d.h. Minderung der Treibhausgase bis 2030 um 65 % und Netto-Treibhausgasneutralität („Klimaneutralität“) bis 2040.	Errichtung einer Anlage zur unabhängigen Gewinnung regenerativer Energie. Dadurch Substitution von kohlenstoffbasierter Stromerzeugung und der damit verbundenen Verringerung von Treibhausen. Die Anlage dient dem Klimaschutz.

## 2 Beschreibung und Bewertung Ist-Zustand Umwelt

### 2.1 Schutzgut Boden

#### 2.1.1 Methoden

Die Bewertung des Schutzguts Boden erfolgt nach dem Leitfaden *Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit* (LUBW 2010). Der Leitfaden betrachtet nur ungestörte terrestrische Böden. Unterwasserböden (subhydrische Böden) werden in der Methodik der naturschutzfachlichen Bewertung von Böden nicht berücksichtigt. Daher erfolgt eine Bewertung des Bodens nur für die terrestrischen Bereiche, die durch das Vorhaben betroffen sind. Bei der Montage der FPV-Anlage werden terrestrische Böden einer bereits für die zukünftige Kiesgewinnung beräumte Fläche beansprucht. Der Oberboden der Fläche wurde bereits abgetragen. Zusätzlich werden durch die Kabelverlegung Böden beansprucht. Innerhalb des Geltungsbereichs selbst sind keine terrestrischen Böden vorhanden.

Infolge der Überprägung der zu betrachtenden Böden kann deren Bewertung nur verbalargumentativ in Anlehnung an den Leitfaden erfolgen.

#### 2.1.2 Bestandsbeschreibung und -bewertung

Die ursprünglichen natürlichen Böden im Bereich der Erweiterungsfläche am Südufer des Sees sind nach der Bodenkarte von Baden-Württemberg (BK 50, LGRB 2023) als *Braunerde mit Bändern z.T. podsolig aus Terrassensand* anzusprechen. Die obere Bodenschicht ist aus lehmigem Sand bis sandigen Lehm mit meist geringen Kiesanteilen aufgebaut und geht mit der Tiefe in sandigen Kies über. Das Substrat ist karbonatfrei und sauer. Die ungestörten

Böden am Standort werden nach der Methodik der LUBW (2010), aufgrund ihrer Bedeutung als *Ausgleichskörper im Wasserkreislauf* als mittelwertig eingestuft (Wertstufe 2,17) (LGRB 2023).

Der als Montagefläche vorgesehene Bereich ist im Vorgriff zum Rohstoffabbau bereits beräumt worden. Der Oberboden wurde vollständig abgeschoben und lagert seitlich in Bodenmieten. Auf den Flächen stehen nur noch die Kiese des Unterbodens an, die als kiesige Lockergesteinsrohböden (Syroseme) angesprochen werden können (s. Abb. 1). Diese Rohböden können praktisch keine Funktionen im Naturhaushalt erfüllen. Da die Bodenbewertung nach LUBW (2010) auf der Basis seiner Leistungsfähigkeiten erfolgt, werden die Rohböden als geringwertig eingestuft. Die Rohböden bieten zwar einen besonderen Lebensraum für Tier und Pflanzen und wären daher als besonderer *Standort für die naturnahe Vegetation* einzustufen, da jedoch der Abbau der Fläche zeitnah erfolgen soll, können die Böden diese Funktion nicht erfüllen.

Die zur Verlegung des Stromkabels für die Eigenversorgung des Kieswerks vorgesehenen Bereiche erstrecken sich ausschließlich auf die Betriebsflächen, die durch ständige Befahrungen sowie Nutzung als Lager- und Regieflächen ebenso als intensiv überprägt einzustufen sind. Die Böden dieser Flächen sind analog zum Boden der Montagefläche als kiesige Lockergesteinsrohböden anzusprechen.



**Abb. 1:** Im Vorgriff zum Abbau beräumte Fläche, die zur Lagerung und Montage der FPV-Anlage genutzt werden soll (02.03.2023)

Die Kabeltrasse für die Einspeisung des erzeugten Stroms aus der Volleinspeiser-Anlage in das öffentliche Stromnetz ist noch nicht abschließend festgelegt und gesichert. Diese erfolgt über ein separates Genehmigungsverfahren. Die entsprechende Kabeltrasse wird hier daher nicht betrachtet.

## **2.2 Schutzgut Wasser**

### **2.2.1 Methoden**

Das Schutzgut Wasser wird in einem eigenständigen umfangreichen limnologischen Gutachten abgehandelt (s. Anhang 3). Daher werden im vorliegenden Kapitel zum Schutzgut Wasser die Ergebnisse des limnologischen Gutachtens nur zusammengefasst dargestellt.

Die Bewertung des aktuellen Gütezustands des Baggersees beruht auf Gewässer- und Sedimentuntersuchungen aus den Jahren 2015 bis 2021.

Die Bewertung möglicher Auswirkungen der geplanten FPV-Anlage basiert auf der Basis von empirischen Studien, Modellstudien und Kombinationsstudien zu den Auswirkungen von schwimmenden Photovoltaikanlagen sowie auf einer Prognose der vorhabenbezogenen Auswirkungen anhand von Modellrechnungen.

Die Prognose ist nach Angabe des limnologischen Gutachters geeignet, um für eine Laufzeit der FPV-Anlage von 30 Jahren die Entwicklungszustände abzubilden.

### **2.2.2 Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Die Wasserfläche des Baggersees der Fa. KBI beträgt im Istzustand ca. 93,3 ha. Der See weist ein Wasservolumen von ca. 20,11 Mio. m<sup>3</sup> auf. Der Wasserhaushalt des Sees wird durch das mit einem mittleren Gefälle von 0,71 ‰ zu-strömende Grundwasser bestimmt. Die Grundwasserverweilzeit im See beträgt 6,5 Jahre.

Temperaturhaushalt und Gewässerschichtung sind gegenwärtig durch die Auskiesungstätigkeit deutlich geprägt. Die thermische Schichtung im Sommer wird durch den betriebsbedingten Energieeintrag abgeschwächt, und im Winter zirkuliert der See vollständig. Die Sauerstoffversorgung des Seewassers ist auch in den Stagnationsphasen hoch. Der Orientierungswert für einen mesotrophen Status (maximale Ausdehnung der sauerstoffarmen Schicht 10-30 % der Gewässertiefe) wird stets erreicht.

Für die elektrische Leitfähigkeit als Indikator für die Menge der im Wasser gelösten Ionen wurden mittlere, der geogenen Grundbelastung des Naturraums entsprechende Werte gemessen. Die Messwerte Sulfat, Chlorid, Hydrogenkarbonat, Calcium, Magnesium, Silicium, Kalium und Natrium verweisen weder im Hinblick auf die absoluten Konzentrationen noch bezüglich des tiefendifferenzierten Verteilungsmusters auf Gütedefizite im Untersuchungsgewässer.

Die derzeitigen Nährstoffgehalte des Seewassers sind sehr gering und indizieren einen nährstoffarmen Zustand im mesotrophen oder oligotrophen Bereich. Auch die Stickstoffkonzentrationen im Seewasser erreichten niedrige Werte. Gleiches gilt für die Gehalte des organischen Kohlenstoffs und die Chlorophyll-a Werte als Kenngrößen zur Darstellung der Algenentwicklung. Die Sichttiefenwerte werden derzeit durch den vom Baggerbetrieb verursachten Eintrag mineralischer Trübung vermindert und können nicht als Trophieindikator dienen. Die Biomasseanteile und Nährstoffgehalte im Sediment entsprachen einem mittleren Belastungsniveau.

Zusammenfassend betrachtet weist der Baggersee keine Belastungen auf. Die Wasserqualität und die limnologischen Verhältnisse können als gut eingestuft werden. Das Zirkulationsverhalten wird durch die aktive Auskiesungstätigkeit begünstigt.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die wichtigsten Ergebnisse des limnologischen Gutachtens zum Zustand des Baggersees zusammengefasst dargestellt.

**Tab. 2:** Zusammenfassende Bewertung des Gewässerzustands des Baggersees

Parameter	Indikatorbedeutung	Bewertung	Orientierungswert	Einstufung
Temperatur u. Gewässerschichtung	Bei eingeschränktem Zirkulationsverhalten (Meromixis) entwickeln sich Sauerstoffdefizite.	Der See zirkuliert. Das Zirkulationsverhalten wird durch die Auskiesungstätigkeit gefördert.	-	Positiv
Sauerstoffhaushalt	Sauerstoffdefizite weisen auf ein Überangebot an Nährstoffen und hohe Zehrungsintensität der Sedimente hin.	Keine Sauerstoffdefizite im Tiefenwasserkörper. Die Auskiesungstätigkeit verbessert die Sauerstoffsituation.	Max. 30% der Wassersäule über Grund O <sub>2</sub> -Gehalt < 2mg/l	Positiv
Leitfähigkeit	Ionenanreicherungen in der Tiefe weisen auf hohe Trophie hin.	Die Leitfähigkeitswerte nehmen im Sommer mit der Seetiefe nur wenig zu. Die Auskiesung fördert die Durchmischung.	-	Positiv, keine Belastung erkennbar.
Phosphorgehalt	Erhöhte Phosphorkonzentrationen begünstigen Algenwachstum und indirekt Sauerstoffdefizite.	Sehr geringe Phosphorgehalte im Wasserkörper. Keine Rücklösung in der Tiefe.	0,015 bis 0,045 mg/l	Positiv, noch geringere Nährstoffbelastung als der Orientierungswert fordert
Chlorophyll-a Gehalt	Hohe Chlorophyll-a Gehalte indizieren starkes Algen- und Cyanobakterienwachstum.	Niedrige Chlorophyll-a Gehalte im Wasserkörper infolge geringer Phosphorkonzentrationen und intensiver Wassenumwälzung durch die Auskiesungstätigkeit.	4-12 µg/l	Positiv, Messwerte liegen deutlich unter Orientierungswert
Sichttiefe	Geringe Sichttiefenwerte sind ein Indikator für Algen- und Cyanobakterienmassenentwicklungen	Sichttiefenwerte durch Auskiesungstätigkeit (mineralische Trübe) reduziert.	3,5 – 2,5 m	Wegen betriebsbedingtem Eintrag mineralischer Trübe nicht als Trophieindikator geeignet

## 2.3 Schutzgut Klima/Luft

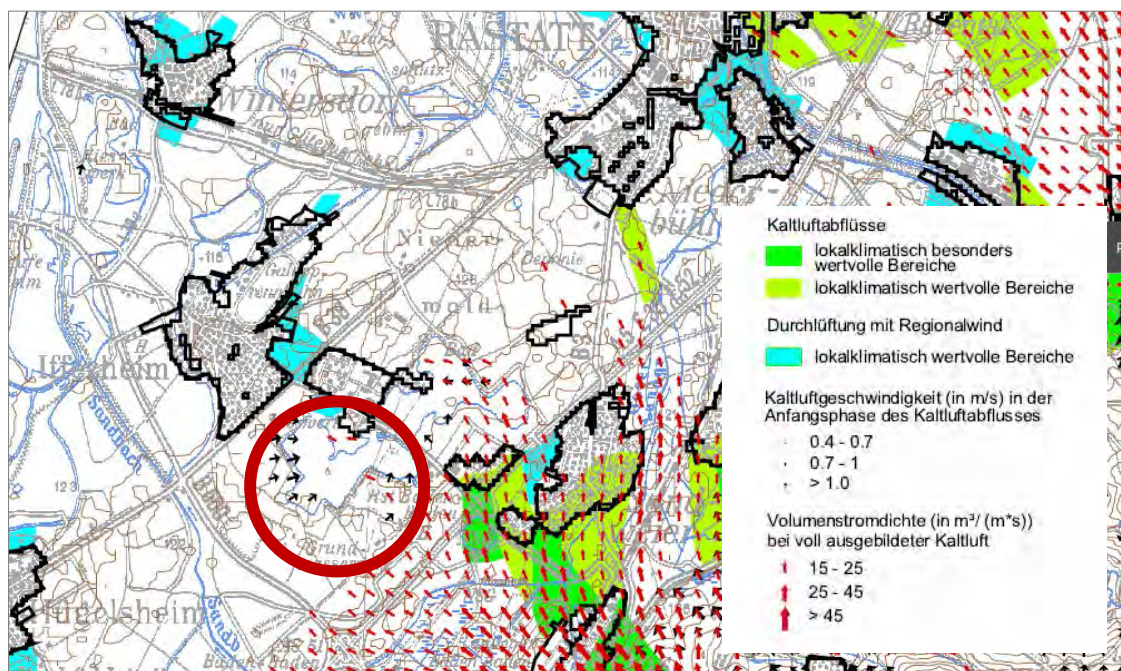
### 2.3.1 Methoden

Eine Einschätzung der lokalklimatischen Verhältnisse lässt sich aus der topographischen Situation sowie aus den gegebenen Landnutzungen ableiten. Zur bioklimatischen Bedeutung der Seefläche für die benachbarten Siedlungsbereiche wird eine Klimaanalyse der Region Mittlerer Oberrhein (INGENIEURBÜRO LOHMEYER 2009) herangezogen.

### 2.3.2 Bestandsbeschreibung und -bewertung

Der Seefläche kommt im Gegensatz zu den umgebenden Landflächen aufgrund der physikalischen Eigenschaft des Wassers eine abdämpfende Ausgleichsfunktion im Temperaturhaushalt zu. Über einer Seefläche wird im Gegensatz zur Landfläche die aus der Umgebung herangeführte Luft am Tage bzw. im Sommer abgekühlt, in der Nacht bzw. im Winter hingegen erwärmt. Diese Effekte sind aber abhängig von der Größe des jeweiligen Wasserkörpers. Je größer das Gewässer ist, desto eher wirkt dieser sich ausgleichend auf das Lokalklima seiner Umgebung aus.

Nach der Klimaanalyse für die Region Mittlerer Oberrhein (INGENIEURBÜRO LOHMEYER 2009) erfüllt der Baggersee der Fa. KBI keine lokalklimatisch wertvolle Funktion. Dem Baggersee fließt bei entsprechenden Bedingungen Kaltluft von Westen her zu (s. Abb. 2). Die ausgleichende Funktion der Wasserfläche ist für die Temperaturverhältnisse in den benachbarten Siedlungsbereichen von geringer Bedeutung.



**Abb. 2:** Auszug aus Klimaanalyse Region Mittlerer Oberrhein, Karte 3 Bewertung (Südteil) (Quelle: INGENIEURBÜRO LOHMEYER 2009)

## **2.4 Schutzgut Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt**

### **2.4.1 Methoden**

Aufgrund der Lage der geplanten FPV-Anlage auf einer Seefläche mit einem Mindestabstand zum Ufer von mindestens 89 m erfolgt keine Beanspruchung von terrestrischen Vegetationsbeständen. Ein direkter Eingriff in Landbiotop findet durch die geplante Anlage auf dem Gewässer somit nicht statt. Um die Auswirkungen auf den Unterwasserlebensraum zu beurteilen, wurde eine Untersuchung der Wasserpflanzen und der Fischbestände im Rahmen eines gesonderten Gutachtens durchgeführt (s. Anhang 4).

Durch mögliche Kulissenwirkungen der FPV-Anlage und ein entsprechendes Meide- und Ausweichverhalten der im Umfeld lebenden Tiere kann möglicherweise ein indirekter Verlust von Lebensräumen eintreten. Derartige anlagebedingte Auswirkungen sind jedoch bei den im Umfeld einer schwimmenden PV-Anlage vorkommenden Kleinvögeln, Amphibien und Reptilien aufgrund des ausreichenden Abstandes zum Ufer nicht zu erwarten.

Demgegenüber könnten bei den schwimmenden Wasservögeln (Lappentaucher, Entenvögel, Rallen, Kormorane) Kulissenwirkungen eintreten. Somit erfolgte auf dem gesamten Baggersee zum einen im Frühjahr 2023 eine Erfassung brütender Wasservögel, zum anderen im Winterhalbjahr 2022/23 eine Zählung der überwinterten und rastenden Wasservögel. Eine genauere Darstellung der dabei angewandten Methoden findet sich im Kap. 6.1. zur artenschutzrechtlichen Beurteilung. Neben der eigenen Winteruntersuchung erfolgte bei der Ornithologischen Gesellschaft Baden-Württemberg e.V. (OGBW) eine Anfrage zu vorhandenen Daten aus den zwei vorherigen Winterperioden 2020/21 und 2021/22.

Da bei den Fledermäusen aufgrund des Uferabstandes keine anlagebedingte Beanspruchung von Quartieren (Bäume, Gebäude) eintritt, werden die Auswirkungen auf mögliche ufernahe Nahrungshabitate ohne eine Erfassung der Tiergruppe dargestellt.

Der Aufbau der Anlage erfolgt außerhalb des Sees auf einer aktuell von der Fa. KBI genutzten Betriebsfläche am Südufer des Sees (s. Anlage 1). Bei diesen handelt es sich um nahezu vegetationsfreie Rohbodenflächen mit nur wenig Besiedlungspotential. Dennoch erfolgte dort eine Erfassung der Vögel, Reptilien und Amphibien (s. Kap. 6.1).

Die Anlieferung der PV-Module und sonstiger Bestandteile sowie die Anfahrt für die zukünftigen Wartungsarbeiten erfolgt über bestehende landwirtschaftliche Wege von der L75 aus bis zur Montagefläche sowie über die Kieswerkszufahrt entlang der bestehenden Betriebsstraße. Ein Ausbau von Wegen ist daher nicht erforderlich.

### **2.4.2 Bestandsbeschreibung und -bewertung**

#### **Schutzausweisungen**

Der Baggersee der Fa. KBI ist nicht Bestandteil eines Schutzgebietes (z.B. Naturschutzgebiet, Natura 2000-Gebiet, Landschaftsschutzgebiet).

Am Nordwest- und (Nord-)Ostufer des Gewässers sind mehrere Uferabschnitte als gesetzlich geschützte Biotop ausgewiesen (s. Abb. 3 und Abb. 4). Bei diesen handelt es sich um Feldgehölze und Feuchtgebüsche, wie *Feldgehölze am Ufer des Baggersee Kern* (Nr. 171142163114), *Feldgehölz am Petersee* (Nr. 171152110812), *Feldgehölze am Südufer des Petersees* (Nr. 171152110813), *Feldgehölze am Baggersee Kern östlich Iffezheim* (Nr. 171142163112), *Feldgehölz und Magerrasen am Baggersee Kern* (Nr. 171142163045) und *Feuchtgebüsche am Baggersee Kern östlich Iffezheim* (Nr. 171142163113).



**Abb. 3:** Geschützte Feldgehölze am Südostufer des Baggersees (11.05.2023)



**Abb. 4:** Teile der geschützten Biotop *Feldgehölz und Magerrasen am Baggersee der Fa. KBI* (Nr. 171142163045) und *Feuchtgebüsche am Baggersee Kern östlich Iffezheim* (Nr. 171142163113) am Nordwestufer des Baggersees (14.02.2023)

## **Unterwasserlebensraum**

### Wasserpflanzen

Bei der Erfassung der Wasserpflanzenvegetation an vier Transekten wurden sieben Arten nachgewiesen, darunter eine Art der Vorwarnliste (s. Anhang 4). Die festgestellten Tiefengrenzen der Makrophyten-Besiedlung liegen zwischen 2,5 und fast 8 m und damit ausschließlich am Ufer oder ufernahen Bereich. Der Baggersee weist insgesamt eine mittlere Bedeutung für Wasserpflanzen auf.

### Fische

Die aktuelle Fischfauna setzt sich gemäß der Fangstatistik des Anglerclubs und einer Untersuchung an fünf Standorten aus 16 Arten zusammen (s. Anhang 4). Zwei seetypische Arten stehen auf der Vorwarnliste. Die Fischfauna im Gewässer setzt sich überwiegend aus anspruchslosen Arten zusammen. Dem Gewässer wird in dem Gutachten für die regionale wie die potenzielle natürliche Fischfauna aktuell eine mittlere Bedeutung zugewiesen.

## **Ufernaher Brutlebensraum für Wasservögel**

Im Rahmen der Wasservogel-Untersuchung wurden auf dem gesamten Baggersee mit Haubentaucher (2-3 Brutpaare), Stockente (1 Brutpaar, RL-BW V), Blässhuhn (3 Brutpaare), Höckerschwan (1 Brutpaar) und Nilgans (1 Brutpaar) fünf Brutvogelarten (Arten mit Brutnachweis u. Brutverdacht) festgestellt. (s. Anlage 2 und Tab. 5 im Kap. 6.2.1 der Artenschutzprüfung). Neben den eigentlichen Wasservögeln wurde gelegentlich eine Flusseeichwalbe (RL-D 2, RL-BW V) bei der Nahrungssuche festgestellt.

Die Reviere der Brutvögel konzentrierten sich größtenteils auf die dichter bewachsenen und ungestörten Uferbereiche der östlichen Hälfte des Sees (s. Anlage 2 und Abb. 3). Hier befinden sich v.a. am Nordostufer Schilfröhrichtsäume und ins Wasser ragende Gehölzstrukturen, die Haubentaucher, Blässhuhn und Teichhuhn geeignete Bruthabitate bieten.

Aufgrund der generell großen Uferabstände der geplanten FPV-Anlage von mindestens 80 m befinden sich die Reviere in größerer Entfernung zur Anlage (s. Anlage 2). Ein vermutetes Stockenten-Brutrevier am Südufer ist mindestens 180 m von der geplanten PV-Anlage entfernt.

## **Gesamtsee als Lebensraum für überwintende und rastende Wasservögel**

Da das Kap. 6.2.2 zur artenschutzrechtlichen Beurteilung eine ausführliche Darstellung zum Bestand enthält, wird hierauf verwiesen. Die Winterbestände setzen sich u.a. aus Brutvögeln des Baggersees zusammen. Dabei besaßen Blässhühner den größten Anteil. Haubentaucher, Stockenten, Reiherenten und Tafelenten wiesen geringere Zahlen auf. Der überwiegende Teil der Wintervögel befand sich dabei in der östlichen Hälfte des Sees abseits der geplanten FPV-Anlage, die größtenteils ungestört vom Werkverkehr liegt und von Ver-

landungsvegetation geprägt ist. Bei den Untersuchungen der OGBW in den vorherigen Winterhalbjahren wurden tendenziell geringere oder zeitweise vergleichbare Größenordnungen festgestellt.

### **Lager- und Montageflächen**

Im Rahmen der Untersuchungen im Frühjahr 2023 wurden auf der geplanten Montagefläche nur bei einer Begehung zwei Flussregenpfeifer (RL-BW V) beobachtet. Aufgrund der Habitatsignung der dort aktuell vorhandenen sandig-kiesigen Rohbodenfläche ist jedoch von einer potenziellen Brutnutzung auszugehen.

Ein Nachweis von Amphibien und Reptilien erfolgt aufgrund fehlender Lebensraumeignung nicht.

### **Kabeltrasse**

Die zur Verlegung des Stromkabels für die Eigenversorgung des Kieswerks vorgesehenen Bereiche erstrecken sich ausschließlich auf die Betriebsflächen am Nordufer und sind durch intensiv befahrende, vegetationsfreie Wege und Plätze gekennzeichnet. Vor dem Hintergrund dieser Nutzung liegt keine Lebensraumeignung vor.

Die Kabeltrasse für die Einspeisung des erzeugten Stroms aus der Volleinspeiser-Anlage in das öffentliche Stromnetz ist noch nicht abschließend festgelegt und gesichert. Diese erfolgt über ein separates Genehmigungsverfahren. Die entsprechende Kabeltrasse wird hier daher nicht betrachtet.

## **2.5 Schutzgut Landschaft**

### **2.5.1 Methoden**

Die Bestandsbeschreibung erfolgt auf Basis einer vor Ort durchgeführten Landschaftsanalyse. Die Bewertung wird anhand der im § 1 BNatSchG genannten Kriterien *Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft* durchgeführt.

Da die Auswirkungen des Vorhabens auf die landschaftsgebundene Erholung bereits umfassend im Kapitel zum Schutzgut Mensch (Kap. 2.7) behandelt werden, wird hierauf verwiesen.

### **2.5.2 Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Das Untersuchungsgebiet befindet sich innerhalb der Großlandschaft *Nördliches Oberrhein-Tiefland* (Nr. 22) im Naturraum *Hardtebenen* (Nr. 223) (Daten- u. Kartendienst der LUBW im Internet).

Der Baggersee der Fa. KBI stellt infolge der anthropogenen Entstehung und der tieferen Lage im Gelände ein naturraumfremdes Landschaftselement dar. Aufgrund der insbesondere im Nordosten und Osten vorhandenen Verlandungsvegetation mit Schilfröhricht und Gehölzen entlang der Ufer besitzt das Gewässer jedoch den zumindest teilweise optischen Charakter eines naturnahen Biotops (s. Abb. 3). Die große Wasserfläche, die tiefe Lage im Gelände und die vor allem am Süd- und Südostufer durch Abbau vorhandenen vegetationsarmen Uferzonen weisen dennoch weiterhin auf den menschengemachten Ursprung hin (s. Abb. 5 u. 6).

Während eine *Vielfalt* der Landschaftsausprägung im eigentlichen Vorhabensbereich aufgrund der offenen Seefläche nicht gegeben ist, besteht diese teilweise bei Betrachtung eines größeren Raumausschnitts. Einen Eindruck zur landschaftlichen Ausprägung im Umfeld des Baggersees vermittelt Abbildung 7. Im Westen der Abbaustätte befindet sich eine gehölz- und somit strukturarme Feldflur. Der Bereich südlich und südöstlich des Sees wird dagegen überwiegend von einem Waldgebiet eingenommen. Im Norden bzw. Nordosten liegen die Kieswerksgelände der Fa. KBI sowie der Fa. Peterbeton. Auf der anderen Seite der dort verlaufenden Kreisstraße K 3760 erstreckt sich der Baggersee der Fa. EKS und der Fa. Peterbeton. Über die Seefläche im Nordosten des Kern/Peter-Sees verläuft eine größere Freileitung (s. Abb. 3). Östlich des Baggersees verläuft die Bundesautobahn A5 in ca. 1.500 m Entfernung zum geplanten Anlagenstandort

Eine naturraumtypische *Eigenart* der Landschaft ist aufgrund der stellenweise anthropogenen Überformung nur bedingt gegeben. Kulturhistorische Nutzungsformen sind nicht vorhanden.

Das Kriterium der *Schönheit* wird aufgrund der anthropogenen Überformung nur eingeschränkt erfüllt. Durch die mittlerweile naturnahe Ausprägung der Ufer v.a. in der Osthälfte des Baggersees und dem dort angrenzenden Waldgebiet kann diesem Landschaftsausschnitt jedoch eine Schönheit zugesprochen werden.

Eine Ausweisung als Landschaftsschutzgebiet liegt für den Planungsraum nicht vor.



**Abb. 5:** Blick vom Nordufer (Kieswerksgelände) über den See in Richtung Süden zum aktuellen Abbaubereich (16.03.23)



**Abb. 6:** Blick vom Südwestufer über den See in Richtung Nordufer mit dem Kieswerksgelände (16.03.2023)



**Abb. 7:** Landschaftliche Ausprägung im Umfeld des Baggersees (Quelle: LGL, [www.lgl-bw.de](http://www.lgl-bw.de))

## **2.6 Schutzgut Fläche**

### **2.6.1 Methoden**

Konkrete Methodenstandards zur Bearbeitung des Schutzguts Fläche liegen nicht vor. Ziel der Würdigung des Schutzguts ist es, den Flächenverbrauch insbesondere durch Versiegelung zu verringern. Vor diesem Hintergrund erfolgt hier eine verbal-argumentative Beurteilung.

### **2.6.2 Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Der mit der Errichtung der FPV-Anlage beanspruchte Bereich erstreckt sich nahezu vollständig auf die offene Seefläche des Baggersees. Der Baggersee ist ein anthropogen hergestelltes Stillgewässer mit einer derzeitigen Wasserfläche von ca. 93 ha. Die geplante insgesamt ca. 13,6 ha große FPV-Anlage macht einen Flächenanteil von ca. 14,6 % der aktuellen Wasserfläche aus.

Die Montage der schwimmenden Anlage erfolgt außerhalb des Geltungsbereichs auf genehmigten Abbauflächen der Fa. KBI, welche im Vorgriff zum Abbau bereits beräumt wurden. Der Boden der ehemaligen Ackerfläche wurde bereits abgeschoben. Auf dem ca. 1,7 ha großen Areal stehen daher nur die kiesigen Substrate an, die mit dem anschließenden Kiesabbau als Rohstoff gewonnen werden (s. Abb. 1).

Die zur Verlegung des Stromkabels für die Eigenversorgung des Kieswerks vorgesehenen Bereiche erstrecken sich ausschließlich auf die Betriebsflächen, die durch ständige Befahrungen sowie Nutzung als Lager- und Regieflächen ebenso als intensiv überprägte Rohböden einzustufen sind. Durch die ihre intensive Überprägung weisen die terrestrischen Eingriffsbereiche eine geringe Bedeutung für das Schutzgut Fläche auf.

## **2.7 Schutzgut Mensch**

### **2.7.1 Methoden**

Im Sinne einer Beurteilung der Umweltauswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Schutzgut Mensch werden die Funktionen Wohnen, Arbeiten und Erholung betrachtet.

Zur Beurteilung der Funktionen des Untersuchungsraumes für das Schutzgut Mensch sind die planungsrechtlichen Zielstellungen der kommunalen Flächennutzungsplanung sowie die vorhandenen Strukturen für die siedlungsnahen Erholung von Bedeutung.

Der Schwerpunkt der vorliegenden Betrachtungen liegt auf der menschlichen Gesundheit. Hierzu werden insbesondere Sicherheitsvorkehrungen beschrieben, die eine Gefährdung des Menschen auf oder im Umfeld der Anlage sowie bei weiteren Nutzungen am Baggersee minimieren.

## 2.7.2 Bestandsbeschreibung und -bewertung

Der Teil des Baggersees, der auf Iffezheimer Gemarkung gelegen ist, stellt der Abbaustandort der KBI Kieswerk und Baustoff-Industrie Kern GmbH & Co. KG dar. Der sich auf Baden-Badener Gemarkung anschließende Teil des Sees wurde von der peterbeton Rudolf Peter GmbH & Co. KG bis vor über 40 Jahren als Abbaugewässer genutzt. Der durch die FPV-Anlage überplante Bereich erstreckt sich ausschließlich auf Iffezheimer Gemarkung (Landkreis Rastatt).

Der Flächennutzungsplan (FNP) der Verwaltungsgemeinschaft Rastatt weist in seiner dritten Änderung mit Stand vom April 2019 die Seefläche als *Wasserfläche* und als *bestehende Fläche für Abgrabungen oder die Gewinnung von Steinen, Erden u.a. Bodenschätzen* aus. Mit dem laufenden Abbau des Rohstoffs (Sand und Kies) sowie dessen Aufbereitung vor Ort nimmt der Standort eine hohe Bedeutung für die Funktion Arbeit ein.

Der See auf der Iffezheimer Gemarkung unterliegt neben der Rohstoffgewinnung nur wenigen weiteren Nutzungen:

- Die vereinsgebundene Freizeitnutzung des Baggersees auf Iffezheimer Gemarkung ist auf die Angelnutzung durch die *AKI Anglerkameradschaft Iffezheim e.V.* begrenzt.
- Der Betrieb *Erdbeer-Huber* entnimmt am Nordwestufer Oberflächenwasser aus dem See für landwirtschaftliche Zwecke.

Der Seeteil auf der Gemarkung Baden-Baden, in dem die Fa. peterbeton ehemals einen Kiesabbau betrieben hat, unterliegt folgenden Nutzungen:

- Die Landwirtschaft Siefert & Co. KG entnimmt ebenfalls Oberflächenwasser aus dem See für landwirtschaftliche Zwecke.
- Die vereinsgebundene Freizeitnutzung des Baggersees auf Baden-Badener Gemarkung ist auf die Angelnutzung durch die *Angelsportverein Sandweier 1966 e.V.* begrenzt.

Weitere Nutzungen bestehen am See nicht. Der See ist Betriebsgelände der Fa. KBI sowie der Fa. Peterbeton und daher vollständig eingezäunt, sodass kein freier Zugang zur Wasserfläche gegeben ist. Die Erholungsfunktion des Standorts ist daher, und aufgrund der derzeitigen Funktion als aktive Abbaufäche, von nachrangiger Bedeutung. Die nächstgelegenen Wohnbauflächen von Iffezheim befinden sich ca. 450 m nordwestlich des Baggerseeufers. Sie werden durch einen Gehölzstreifen, die Landstraße L75 sowie eine weiträumige offenen Feldflur vom Baggersee getrennt. Der geplanten Anlagenstandort ist von Iffezheim aus nicht einsehbar. Die Funktion Wohnen ist daher im Vorhabensbereich nicht gegeben.

## 2.8 Schutzgut Kultur- und Sachgüter

Die geplante FPV-Anlage wird auf der Wasserfläche des Baggersees installiert. Kultur- oder Sachgüter sind dort nicht vorhanden.

Im terrestrischen Bereich ist nur die Verlegung der Kabeltrasse auf den Flächen des Kieswerks vorgesehen. Dort bestehen ausschließlich betriebliche Infrastruktureinrichtungen und Anlagen der Fa. KBI.

Kulturgüter kommen im Vorhabensbereich nicht vor. Das Antreffen von Bodendenkmälern wird als unwahrscheinlich eingeschätzt, da im Zuge der bisherigen Nutzung der Kieswerksfläche der Oberboden bereits entfernt wurde und der Oberboden der geplanten Montagefläche bereits im Vorgriff zum geplanten Rohstoffabbau abgetragen wurde.

## 3 Status quo-Prognose

Bei einer Nichterrichtung der geplanten schwimmenden PV-Anlage unterbleiben die geplanten geringfügigen Eingriffe in die bisher anthropogen überprägten Flächen außerhalb des Geltungsbereichs des Bebauungsplans. Die geplante Montagefläche wird unabhängig von der Errichtung der FPV-Anlage zukünftig durch den Kiesabbau in Anspruch genommen.

Die geplante Verlegung der Stromkabel im Werksbereich bzw. zur Übergabestation im Umspannwerk Iffezheim würde bei Nichtumsetzung der Planungen unterbleiben. Wobei zu beachten ist, dass die Verlegung der Stromkabel über die überprägten Kieswerksfläche bzw. voraussichtlich entlang von bestehenden Wegen und Straßen mit nur geringfügigen Eingriffen in die Schutzgüter verbunden ist.

Die Überdeckung des Baggersees auf 13,6 ha Wasserfläche würde unterbleiben, wenn die FPV-Anlage nicht errichtet wird. Die offene Seefläche des Geltungsbereichs würde wie bisher als Lebensraum von Wasservögeln und der Gewässerfauna des Pelagials (Freiwasserbereich) genutzt werden.

Sollte die Anlage nicht errichtet werden, würde die Substitution der kohlenstoffgebundenen Stromproduktion durch die Nutzung erneuerbarer Energien und somit die Einsparung von ca. 18.340 t CO<sub>2</sub>-eq pro Jahr (vgl. Kapitel 4.4) entfallen. Mit dem Wegfall der Treibhausgaseinsparungen müssten andere Maßnahmen zur Minderung des Klimawandels und zur Erreichung der durch das Land Baden-Württemberg und auf nationaler und internationaler Ebene formulierten Klimaziele gesucht und ergriffen werden.

Außerdem würde eine unabhängige Art der Energieerzeugung an diesem Standort entfallen.

## **4 Konfliktanalyse**

### **4.1 Planungsrecht**

#### **Regionalplan**

Gemäß Regionalplan des Regionalverbands Mittlerer Oberrhein von 2003 besteht für den Geltungsbereich eine Ausweisung als *Bereich zur Sicherung von Wasservorkommen*. Zur langfristigen Sicherstellung der Versorgung der Bevölkerung mit Wasser sollen die Bereiche zur Sicherung von Wasservorkommen so geschützt und entwickelt werden, dass die Möglichkeit der Gewinnung von Wasser in einwandfreier Qualität und in maximaler, ökologisch verträglicher Menge dauerhaft gewährleistet ist. Hierzu sollen alle Nutzungen ausgeschlossen werden, die diesem Vorsorgeschutz entgegenstehen. In Kapitel 4.3 sowie im Anhang 3 wird ausgeführt, dass vorhabensbedingt keine qualitativen oder quantitativen Auswirkungen auf den Baggersee und das aus dem See abströmende Grundwasser zu erwarten sind. Daher liegt kein Konflikt mit der Sicherung von Wasservorkommen vor.

#### **Flächennutzungsplan**

Die Nutzung des Standorts durch die FPV-Anlage wird mit der Darstellung einer Sonderbaufläche Photovoltaik im Rahmen der 19. Änderung des Flächennutzungsplans der Verwaltungsgemeinschaft Rastatt im Parallelverfahren zum Bebauungsplanverfahren angepasst.

### **4.2 Schutzgut Boden**

Innerhalb des Geltungsbereichs, der sich ausschließlich auf einen Teil der Wasserflächen des Baggersees erstreckt, ist das Schutzgut Boden durch das geplante Vorhaben nicht betroffen.

Die als Montage- und Zwischenlagerbereich vorgesehene Kiesabbaufäche wird in der Phase zwischen Bodenabtrag und der Abbaggerung der oberflächennahen Rohstoffe beansprucht. Da der Eingriff in das Schutzgut Boden bereits im Zuge des Rohstoffabbaus erfolgt ist, resultiert aus der geplanten Nutzung der Fläche kein zusätzlicher Eingriff in das Schutzgut Boden.

Auch bei der Verlegung des Stromkabels vom Seeufer bis zum Einspeisepunkt auf der Kieswerksfläche erfolgt keine erhebliche Beeinträchtigung des Schutzguts, da die gesamte Kabeltrasse ausschließlich auf den Betriebsflächen der Fa. KBI verläuft und auf diesen Flächen ebenfalls anthropogen nur überprägte Rohböden vorhanden sind.

Insgesamt betrachtet ergibt sich aus dem geplanten Vorhaben keine relevante Beeinträchtigung des Schutzgutes Boden.

### 4.3 Schutzgut Wasser

Eine mögliche Beeinflussung der limnologischen Verhältnisse ergibt sich vor allem infolge der Überdeckung der Wasserfläche durch die schwimmende Anlage. Im vorliegenden Fall wird eine Wasserfläche von ca. 13,6 ha (ca. 14,6 % der aktuellen Seefläche) beschattet.

Die möglichen Auswirkungen auf die limnologischen Verhältnisse wurden in einem umfangreichen limnologischen Gutachten betrachtet und bewertet (s. Anhang 3). Die Prognose ist nach Angabe des Gutachters geeignet, um die Entwicklungszustände für eine Laufzeit der FPV-Anlage von 30 Jahren abzubilden.

Mittels der Modellierung von insgesamt vier Varianten wurden die Auswirkungen untersucht, die sich durch die Installation einer schwimmenden Photovoltaik (FPV) Anlage auf die Wasserqualität des Untersuchungsgewässers ergeben. Die Prüfung erfolgte im Rahmen von zwei Variantenprüfungen, die Darstellungen der maßnahmenbedingten Auswirkungen während der Auskiesung (Variantenprüfung 1) und für die Zeit danach (Variantenprüfung 2) zum Gegenstand haben. Hinsichtlich der Auswirkungen klimatischer Einflüsse wurden zwei Zeiträume getrennt berücksichtigt: Mit historischen Daten von 2009 bis 2022 berechnete Werte und Werte, die unter Bezug auf die Testreferenzjahre des DWD für zukünftige Klimaveränderungen berechnet wurden.

Die Überdeckung der Wasserfläche führt nach den Ergebnissen des Gutachtens zu einer Verringerung primärer meteorologischer Wirkgrößen wie der Globalstrahlung, der Windgeschwindigkeit und der langwelligen Rückstrahlung sowie zu einer Erhöhung des Dampfdrucks. Änderungen der aufgeführten primären meteorologischen Wirkgrößen können sich auf elementare limnologische Parameter, wie z.B. Temperaturhaushalt, Wasserzirkulation, Schichtungsverhalten, Seeverdunstung und Sauerstoffhaushalt auswirken.

Die Tabellen 3 und 4 fassen die dabei gewonnenen Ergebnisse zusammen. Außerdem erfolgt, auch unter Einschluss von Beurteilungsmaßstäben aus der gesichteten Literatur, eine Bewertung, ob und inwieweit vorhabensbezogene Auswirkungen als erheblich einzustufen sind.

**Tab. 3:** Prognostizierte Auswirkungen während des laufenden Kiesabbaus

Kriterien	Ist-Zustand	Geplante FPV-Anlagen
Nutzung	In Auskiesung	In Auskiesung
Seefläche [ha]	93,3	93,3
Seevolumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	20,11	20,11
Überdeckung der Seefläche durch die FPV-Anlage	0 %	14,9 % (13,9 ha)
<b>Anlagenbedingte Effekte (Modellberechnung)</b>		
Zirkulationsverhalten	Positiv / zirkuliert	Positiv / zirkuliert
Temperaturhaushalt Epilimnion	Positiv	-0,36* /-0,34** Δ°C
Temperaturhaushalt Hypolimnion	Positiv	-0,48* /-0,49** Δ mg/l O <sub>2</sub>
Sauerstoffhaushalt Epilimnion	Positiv	-0,03* /-0,05** Δ°C
Sauerstoffhaushalt Hypolimnion	Positiv	-0,01* /-0,05** Δ mg/l O <sub>2</sub>
<b>Anlagenbedingte Effekt (Modellberechnung)</b>		
Phosphorhaushalt	Positiv	±0* /-0,001** Δ mg/lP
Algen (Chlorophyll-a)	Positiv	-0,07* /-0,22** Δ µg/l Chl-a
Cyanobakterien (Chlorophyll-a)	Positiv	Leichter Rückgang
Sichttiefe	Beeinflusst durch die Kiesgewinnung	-0,01* / ±0** Δ m
Seeverdunstung	seetypisch	Abnahme
<b>Anlagenbedingte Effekt (Modellberechnung &amp; Literaturlauswertung)</b>		
Entwicklung benthischer Cyanobakterien (Aufwuchs auf Schwimmkörpern)	Unerheblich (Modell & Literatur)	Keine Änderung
Entwicklung von Schwachlicht- Cyanobakterien (abgeschatteter Bereich)	Unerheblich (Modell & Literatur)	Keine Änderung
Sekundärbelastungen durch Antifouling, Leaching etc.	Unerheblich (Literatur)	Keine Änderung

\* Klimareferenzzeitraum 2009–2022 \*\* Testreferenzjahre des DWD für zukünftige Klimaveränderungen

**Tab. 4:** Prognostizierte Auswirkungen nach Einstellung des Kiesabbaus

Kriterien	Ist-Zustand	Geplante FPV-Anlagen
Nutzung	stillgelegt	stillgelegt
Seefläche [ha]	128,1	128,1
Seevolumen [Mio. m³]	34,8	34,8
Überdeckung der Seefläche durch die FPV-Anlage	0 %	10,85 % (13,9 ha)
<b>Anlagenbedingte Effekte (Modellberechnung)</b>		
Zirkulationsverhalten	Positiv / zirkuliert	Positiv / zirkuliert
Temperaturhaushalt Epilimnion	Positiv	-0,19* / -0,16** Δ°C
Temperaturhaushalt Hypolimnion	Positiv	-0,20* / -0,36** Δ mg/l O <sub>2</sub>
Sauerstoffhaushalt Epilimnion	Positiv mit leichten Einschränkungen	-0,03* / -0,07** Δ°C
Sauerstoffhaushalt Hypolimnion	Beeinträchtigt	+0,09* / -0,17** Δ mg/l O <sub>2</sub>
Phosphorhaushalt	Positiv	±0* / ±0** Δ mg/IP
Algen (Chlorophyll-a)	Positiv	+0,06* / -0,13** Δ µg/l Chl-a
Cyanobakterien (Chlorophyll-a)	Positiv	Leichter Rückgang
Sichttiefe	Positiv (hohe Sichttiefe)	+0,09* / +0,04** Δ m
Seeverdunstung	seetypisch	Abnahme
<b>Anlagenbedingte Effekt (Modellberechnung &amp; Literaturlauswertung)</b>		
Entwicklung benthischer Cyanobakterien (Aufwuchs auf Schwimmkörpern)	Unerheblich (Modell & Literatur)	Keine Änderung
Entwicklung von Schwachlicht- Cyanobakterien (abgeschatteter Bereich)	Unerheblich (Modell & Literatur)	Keine Änderung
Sekundärbelastungen durch Antifouling, Leaching etc.	Unerheblich (Literatur)	Keine Änderung

\* Klimareferenzzeitraum 2009–2022 \*\* Testreferenzjahre des DWD für zukünftige Klimaveränderungen

Als Ergebnis der beiden Variantenprüfungen ist festzustellen, dass für keinen der untersuchten Parameter relevante vorhabensbedingte Verschlechterungen der Gewässerqualität im Modell ausgewiesen wurden. Auch mit nennenswerten Veränderungen infolge des Klimawandels ist nicht zu rechnen.

Eine vollständige Zirkulation ist bei allen untersuchten Varianten auch nach Ende der Auskiesung stets gegeben. Die prognostizierten Änderungen der Wassertemperatur werden vom Gutachter als gering und ohne relevante Auswirkung auf die limnologischen Verhältnisse eingestuft.

Die geringe Nährstoffbelastung des Sees und der niedrige Trophiestatus bleiben erhalten, so dass mit einem güterelevanten Anstieg des derzeit schwachen Besiedlungspotentials für Algen und Cyanobakterien nicht zu rechnen ist.

Während der Auskiesung sind die Sichttiefenwerte infolge des Eintrags mineralischer Feinmaterialien auch nach der Teilüberdeckung mit Solarmodulen gering. Nach Stilllegung des Baggersees werden sich hohe Sichttiefenwerte einstellen, die durch Errichtung der Solaranlagen keine Einschränkung erfahren.

Die deutlichsten maßnahmenverursachten Auswirkungen entstehen für die Verdunstung über der Seefläche. Mit steigendem Überdeckungsgrad vermindert sich die Verdunstung des Seewassers deutlich. Die damit einhergehende Erhöhung der Grundwasserneubildung ist als positiver Effekt, insbesondere im Hinblick auf die künftige Erwärmung durch den Klimawandel, anzusehen.

Auch eine Begünstigung der Entwicklung von toxinbildenden Cyanobakterien durch die vorhabensbedingte Beschattung bzw. die Besiedlungsmöglichkeiten, die sich durch die Einbringung der Schwimmkörper ergeben, ist laut Gutachten nicht zu erwarten. Eine Belastung des abstromigen Grundwassers ist auszuschließen, da sich Cyanotoxine sehr schnell abbauen und die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers gering ist.

Auswirkungen durch stoffliche Einträge können aufgrund des zu erwartenden geringfügigen Umfangs sowie der Eigenschaften der eingesetzten Betriebsmittel und der getroffenen Sicherheitsvorkehrungen ausgeschlossen werden. Darüber hinaus kommt das limnologische Gutachten auf der Basis der Literaturlauswertung zu dem Schluss, dass mögliche Auswirkungen durch insbesondere Leaching (Auswaschung) und Antifouling (Materialbeschichtung) als unerheblich einzustufen sind.

Relevante Auswirkungen für die Nutzung von FPV-Anlagen auf die Limnologie eines Baggersees sind nach dem Gutachten auf Basis der Literaturlauswertungen überhaupt erst ab einem Überdeckungsgrad zwischen 25-40 % (= Erheblichkeitsschwelle) zu erwarten. Für keinen der untersuchten Parameter wurde eine Erheblichkeitsschwelle überschritten weder bei Betrachtung der Situation während des Kiesabbaus noch für die Situation nach Einstellung des Kiesabbaus. Somit kann die geplante Nutzung zur Energiegewinnung im angegebenen Ausmaß uneingeschränkt auch über die Dauer des Kiesabbaus hinaus im Baggersee erfolgen.

Da keine Auswirkungen auf die Qualität und Quantität des Wassers gegeben sind, sind auch die Bewirtschaftungsziele der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) nicht durch das geplante Vorhaben betroffen. Beeinträchtigungen der chemischen Qualitätskomponenten entstehen durch die zum Anlagenbau verwendeten Materialien nicht. Auch die hydromorphologischen Qualitätskomponenten werden nicht negativ beeinflusst, da aufgrund der Mindestentfernung von 93 m der geplanten Anlage zum Ufer und aufgrund der hohen Wassertiefe unter der Anlage Beeinträchtigung der Unterwasservegetation durch Verschattungseffekte auszuschließen sind. Das Verschlechterungsverbot nach der WRRL wird eingehalten.

Ein Teil der geplanten FPV-Anlage erstreckt sich bis in die Schutzzone IIIB des Wasserschutzgebietes *WWK Ottersdorf*. Da keine Auswirkungen auf die limnologischen Verhältnisse und die Wasserqualität gegeben sind, sind auch Beeinträchtigungen des Grundwassers sowie der Trinkwassergewinnung auszuschließen.

Es ist ein Gewässermonitoring zur Überwachung der Auswirkungen vorgesehen. Dieses Monitoring orientiert sich an den Empfehlungen des LAWA Expertenkreis Seen (2023) sowie an der mit dem Landratsamt Rastatt in einem anderen Verfahren zur Errichtung einer FPV-Anlage im Landkreis Rastatt bereits abgestimmten Modifikation hinsichtlich Untersuchungsumfang, Untersuchungszeitpunkten sowie der Nutzung von Synergien mit weiteren limnologischen Untersuchungen des Baggersees. Die geplanten Untersuchungen und der Untersuchungsumfang werden im wasserrechtlichen Verfahren konkretisiert.

#### **4.4 Schutzgut Klima und Luft**

Mit der Errichtung der schwimmenden PV-Anlage wird eine ca. 13,6 ha große Wasserfläche des Baggersees mit technischen Bauten überdeckt. Das entspricht ca. 14,6 % der Wasserfläche des bestehenden Baggersees.

Eine maßgebliche Änderung des Niederschlagseintrags in den See und der Grundwasserneubildung ist durch die Überdeckung der Wasserfläche auszuschließen. Der überwiegende Teil des Niederschlags wird von den Aufbauten der Anlage in den See abfließen. Bei hohen Temperaturen ist jedoch davon auszugehen, dass ein Teil des Niederschlags vor Erreichen des Seewassers auf den erhitzten Bestandteilen der FPV-Anlage verdunstet. Auf der anderen Seite wird infolge der Verschattung der Wasserfläche durch die Aufbauten die Verdunstung von der Seefläche verringert.

Aus der Überdeckung eines Teils der Wasserfläche und der daraus resultierenden Beschattung ergibt sich eine Reduzierung der Wassertemperatur. Mit der Überdeckung der Wasserfläche wird gleichzeitig die Windgeschwindigkeit über der Wasseroberfläche verringert, was zu einer Erwärmung des Wassers führt. Das Wasser der durch die PV-Anlage beschatteten Bereiche steht im freien Austausch mit der offenen Wasserfläche, sodass Auswirkungen der Überdeckung, wie z.B. die Erhöhung der Wassertemperatur, durch hydrodynamische Prozesse im See sehr schnell ausgeglichen werden.

Die Gesamtauswirkung auf die klimasteuernden Funktionen des Sees wird bei der geplanten Größe der PV-Anlage als unerheblich eingestuft (s. Teil III).

#### **Bioklimatischen Auswirkungen**

Die bioklimatischen Auswirkungen können aus dem limnologischen Gutachten (Teil III) abgeleitet werden. Die Beschattung der Seefläche führt demnach zu einer Verringerung primärer meteorologischer Wirkgrößen wie der Globalstrahlung, der Windgeschwindigkeiten und der langwelligen Rückstrahlung sowie zu einer Erhöhung des Dampfdrucks im Bereich der Anlage. Beim vorgesehenen kleinen Anteil der beschatteten Wasserfläche sowie aufgrund des weiterhin möglichen Wasseraustauschs zwischen dem verschatteten Bereich und der offenen Wasserfläche ergeben sich jedoch keine relevanten Auswirkungen auf den Temperaturhaushalt und das Schichtungsverhalten des Gesamtgewässers. Die Verdunstung über die Seefläche wird infolge der Teilüberdeckung zurückgehen. Eine Reduzierung

der Verdunstung zu einer Erhöhung der Grundwasserneubildung und ist daher vor dem Hintergrund der zukünftigen Erwärmung durch den Klimawandel als positiver Effekt zu werten.

Mit einer vorhabensbedingten Beeinträchtigung der bioklimatischen Funktion des bestehenden Sees auf die nächstgelegenen Siedlungsbereiche ist daher nicht zu rechnen.

### **Vorhabensbedingte Auswirkungen auf die Treibhausgasfreisetzung**

Mit der Errichtung und dem Betrieb der FPV-Anlage wird eine erneuerbare Energiequelle nutzbar gemacht und die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern substituiert. Dadurch trägt das Vorhaben auch zur Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen bei, die sonst bei der Nutzung fossiler Energieträger freigesetzt werden. Darüber hinaus ergeben sich zusätzliche Einspareffekte. Durch die dezentrale Energieproduktion direkt vor Ort beim Abnehmer (Kieswerk) werden infolge der kurzen Leitungswege Netzverluste minimiert. Des Weiteren entfällt der Transport der fossilen Energieträger zu den Kraftwerken.

Der Ertrag einer FPV-Anlage ist abhängig von Wetter und Einstrahlung, die nicht genau prognostiziert werden können. Überschlägig lässt sich der Ertrag jedoch anhand von Kenn- und Erfahrungswerten der Wetterdienste wie folgt prognostizieren:

Die Anlage wird nach derzeitiger Planung für eine Leistung von 3,22 MWp sowie zusätzlich 23,59 MWp ausgelegt. PV-Anlagen in Deutschland erzeugen im Mittel ca. 1000 kWh pro kWp installierter Leistung. Damit ist im Mittel rechnerisch eine Produktion von ca. 26.810.000 kWh/a zu erwarten.

Das Umweltbundesamt (2023) gibt für die spezifische Treibhausgasbilanz von Photovoltaik einen Netto-Vermeidungsfaktor von 684 g CO<sub>2</sub>-eq./kWh an. Daraus ergibt sich eine überschlägig ermittelte Reduktion der Treibhausgasemissionen von ca. 18.340 t CO<sub>2</sub>-eq. pro Jahr.

Der Betrieb der FPV-Anlage trägt daher zu einer deutlichen Minderung von Treibhausgasemissionen und somit auch zur Minderung des durch die Treibhausgasfreisetzung bedingten Klimawandels bei.

#### **4.5 Schutzgut Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt**

Anhand potenzieller Projektwirkungen werden nachfolgend die Auswirkungen auf das Schutzgut Tiere und Pflanzen dargestellt. Eine gesonderte artenschutzrechtliche Beurteilung enthält Kapitel 6.

##### *Anlagebedingte Beeinträchtigungen von Wasserpflanzen-Beständen*

Das gesonderte Gutachten kommt zu dem Ergebnis, dass die Wasserpflanzen in dem Baggersee bis zu einer Tiefe von maximal fast 8 m im Uferbereich bzw. im ufernahen Unterwasserböschungsbereich vorkommen (s. Anhang 4). Durch den Mindestabstand der geplanten FPV-Anlage von mindestens 89 m zum Ufer tritt eine maßgebliche Beschattung der Bestände nicht ein.

##### *Anlagebedingte Beeinträchtigung der Fischfauna*

Nach Angaben des Gutachtens wirkt sich die vorhabensbedingte Beschattung der Seefläche unerheblich auf die Fischfauna aus. Zwar reduziert sich durch Lichtverlust die Primär- und damit auch die Sekundärproduktion im See, was wiederum zu einem Rückgang der Fischproduktion führen kann, nach den Berechnungen des limnologischen Gutachtens (s. Anhang 3) hat die geplante FPV-Anlage jedoch keine erheblichen Änderungen auf die Primär- und Sekundärproduktion zur Folge. Außerdem ernährt sich keine der vorhandenen und im See auch natürlich zu erwartenden Fischarten rein planktiv. Zooplanktonverzehrende Jung- und Adultfische (z.B. Rotaugen, Rotfeder, Barsch) haben stets die Möglichkeit ihr Nahrungshabitat im See anzupassen. Die wasserbedeckende Struktur der FPV-Anlage bewirkt bei den Fischen auch kein Ausweich- oder Meideverhalten. Vielmehr stellt die FPV-Anlage einen attraktiven Unterstand dar, der Schutz vor Freßfeinden bietet.

##### *Anlagebedingter Verlust von Brutlebensräumen für Wasservögel durch Kulissenwirkung*

Da die artenschutzrechtliche Beurteilung des Vorhabens eine ausführliche Erläuterung zu dieser Projektwirkung enthält, wird darauf verwiesen (s. Kap. 6.2.1). Die Prüfung kommt zum Ergebnis, dass eine maßgebliche Reduzierung von angrenzenden Bruthabitaten (v.a. Haubentaucher, Stockente) durch die geplante FPV-Anlage nicht eintritt.

##### *Anlagebedingter Verlust von Nahrungs- und Ruhehabitaten für Winter- und Rastvögel*

Zu diesem Aspekt enthält die artenschutzrechtliche Prüfung im Kap. 6.2.2 ebenfalls eine genaue Darstellung, auf die hier verwiesen wird. Die Beurteilung ergibt, dass das Vorhaben nur eine sehr geringe bzw. nicht erhebliche Auswirkung auf überwintrende und rastende Wasservögel hat.

##### *Anlagebedingte Auswirkungen auf ufernahe Nahrungshabitate für Fledermäuse*

Die Eingriffsbeurteilung im Kap. 6.2.3 der artenschutzrechtlichen Beurteilung ergibt, dass die Uferzone im Vergleich zur offenen Seefläche eine weitaus größere Insektdichte aufweist und die FPV-Anlage aufgrund der uferfernen Lage den bevorzugten Jagdlebensraum der Fledermäuse nicht beeinträchtigt.

### Bau- und Betriebsbedingte Störwirkungen auf die Fauna

Die beim Transportverkehr und bei den Montagearbeiten auf dem Betriebsgelände der Fa. KBI auftretenden Schallemissionen sind als vergleichsweise gering einzustufen (s. Kap. 6.3 zur Artenschutzprüfung). Da die Baumaßnahmen ausschließlich tagsüber stattfinden und keine Beleuchtungsanlagen installiert werden, treten keine störungsrelevanten Lichtemissionen auf.

Auf der vorgesehenen Montagefläche am Südufer sind aufgrund der vegetationsarmen Ausprägung keine geeigneten Brutlebensräume für Wasservögel vorhanden. Das Einbringen der Module über die im Südufer geplante Slipstelle führt hier somit nicht zu einer Beeinträchtigung von Wasservögeln. Zwar wurde im Umfeld 2023 dort ein Revierzentrum der Stockente (RL-BW V) vermutet, da die Art abseits der Wasserfläche versteckt in der terrestrischen Ufervegetation brütet, ist von keiner Störwirkung während der Brutzeit auszugehen.

Für Wartungsarbeiten erfolgt der Zugang zur gesamten FPV-Anlage über die Betriebsfläche des Kieswerks der Fa. KBI. Der Großteil der Anlagenkontrolle findet über Fernüberwachung statt. Aufgrund des großen Uferabstandes von mindestens 890 m sind auch bei aufwendigen bzw. länger andauernden Instandsetzungsarbeiten während der Brutzeit keine erheblichen Störungen von Wasservögeln zu erwarten.

Bei der Verankerung der FPV-Anlage ist eine Rammung in den Seegrund erforderlich. Eine Beeinträchtigung der Fische durch die dabei entstehenden Vibrationen und Schallemissionen ist nicht zu erwarten, da diese in der Lage sind, auf ruhigere Gewässerbereiche auszuweichen.

### Baubedingter Verlust von Lebensräumen auf den Lager- und Montageflächen sowie der Kabeltrasse

Im Bereich der geplanten Lager- und Montagefläche am Südufer bestand 2023 auf der dort vorhandenen sandig-kiesigen Rohbodenfläche ein Brutverdacht für den Flussregenpfeifer (RL-BW V). Für den Fall, dass die FPV-Anlage während der Brutzeit errichtet werden soll, wird im Rahmen einer ökologischen Baubegleitung geprüft, ob eine Besiedlung der Montage- und Lagerfläche durch den Flussregenpfeifer vorliegt und welche Vermeidungsmaßnahmen ggf. durchzuführen sind.

Für den Transport der Anlagenteile werden bestehende Wege genutzt, die kein Habitatpotenzial aufweisen. Eine Erweiterung der Wege ist nicht erforderlich.

Die geplante Kabeltrasse für die Eigenversorgung auf der Betriebsfläche am Nordufer besitzt aufgrund der intensiven Nutzung kein Lebensraumpotenzial.

### Fazit

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich vorhabensbedingt nur sehr geringe Auswirkungen ergeben und keine erheblichen Beeinträchtigungen des Schutzguts Tiere und Pflanzen auftreten. Die geplante FPV-Anlage auf dem Baggersee der Fa. KBI führt nicht zu

negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt. Da es sich bei schwimmenden Photovoltaik-Anlagen um eine neue Anwendung der Energieerzeugung in Deutschland handelt, liegen derzeit noch wenige Untersuchungen zu den Auswirkungen vor. Eine Literaturstudie von SCHLEGEL (2021) sowie eine Internetrecherche ergaben nur wenige Hinweise auf mögliche Auswirkungen auf die Biodiversität. In einer unveröffentlichten Präsentation von BayWa r.e. wird auf Untersuchungen an schwimmenden PV-Anlagen in den Niederlanden hingewiesen. Demnach ergab eine Studie von ROYAL HASKONING DHV (2022), dass sich die Anzahl der Wasservögel nach Errichtung der Anlage kaum geändert hat. Die Vögel gewöhnen sich an die Anlage, einige Wasservögel (Enten, Möwen) nutzen die FPV-Anlage sogar als Ruheplatz (s. Kap. 6.2.1).

#### **4.6 Schutzgut Landschaft**

Im Zuge des Vorhabens wird auf einer ca. 93 ha großen offenen Seefläche eine FPV-Anlage installiert, die 14,6 % der aktuellen Gewässergröße ausmacht.

Als technisches bzw. naturfremdes Element in der freien Landschaft beeinträchtigt die geplante FPV-Anlage das Landschaftsbild. Aufgrund des Kieswerks und des hohen Grundwasserflurabstandes (Abstand zwischen Wasserfläche und Geländehöhe oberhalb der Abbauböschung) von mehreren Metern und der damit verbundenen tieferen Lage des Baggersees ist jedoch grundsätzlich eine sehr geringe Einsehbarkeit auf das Gewässer gegeben. Die Werkseinfriedung sowie die im oberen Bereich der ehemaligen Abbauböschung vorhandenen Gehölze verhindern zusätzlich eine Sichtbarkeit auf den Vorhabensbereich (s. Abb. 8). So ist der See von außen kaum zu erkennen. Aufgrund der umgebenden Landwirtschaftsflächen im Westen und des Gemeindewaldes im Osten und Süden liegt außerdem eine geringe Frequentierung durch die Bevölkerung vor. Von der südöstlich gelegenen A5 und dem Siedlungsbereich von Iffezheim im Nordwesten ist das Gewässer aufgrund der eingetieften Lage sowie des Gemeindewaldes nicht zu sehen.



**Abb. 8:** Blick von Westen in Richtung des Baggersees (gelbe Pfeile), Werksgebäude der Fa. KBI im Hintergrund (gelber Kreis) (20.09.2023)



**Abb. 9:** Anglerbereich am Ostufer des Sees (16.03.23)

Eine öffentliche Zugänglichkeit zum Seeufer mit einer direkten Sicht auf den Vorhabensbereich ist aufgrund der Umzäunung der Betriebsfläche nicht möglich. Die älteren Uferzonen im Nordosten und Osten des Gewässers weisen mehrere Angelstellen auf (s. Abb. 9), von

denen ein ungehinderter Blick auf den See und somit auf den Vorhabensbereich gegeben ist. Es liegt keine Nutzung der offenen Seefläche durch Segler und Surfer vor. Ein offiziell ausgewiesener Badestrand existiert am Gewässer nicht.

Da die für den Baggersee vorgesehene FPV-Anlage größtenteils nur etwa 0,9 m über die Gewässeroberfläche ragt, werden vom Seeufer aus die höher gelegenen Uferbereiche (v.a. Gehölzbestände) weiterhin überwiegend sichtbar sein (s. Abb. 10). Bei den wenigen Standorten oberhalb der Abbauböschungen, die eine Sicht auf das Gewässer ermöglichen, wird eine FPV-Anlage aufgrund des höherliegenden Standorts als größere, seebedeckende Fläche erscheinen (s. Abb. 11).

Aufgrund der Winkel der PV-Module ist eine Blendwirkung auszuschließen.

Grundsätzlich hängt das Ausmaß, eine FPV-Anlage bzw. ein naturfremdes Element in der freien Landschaft als landschaftsbildstörend einzustufen, vom subjektiven Empfinden des Betrachters ab. Die klimaschonende, nachhaltige und unabhängige Art der Energieerzeugung kann jedoch im Zuge einer Abwägung die Akzeptanz einer Landschaftsbildbeeinträchtigung fördern.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass trotz der erkennbaren Auswirkungen auf das Landschaftsbild eine erhebliche Beeinträchtigung des Schutzguts Landschaft durch das geplante FPV-Vorhaben aufgrund der geringen Höhe der FPV-Anlage, des hohen Grundwasserflurabstandes und der stark eingeschränkten Einsehbarkeit auf den Baggersee sowie der bestehenden Nutzung als Kieswerk nicht eintritt.



**Abb. 10:** Beispielhafte Darstellung zum Umfang der Sichteinschränkung der geplanten PV-Anlage von einem ufernahen Standort aus (Quelle: Zimmermann PV-Floating)



**Abb. 11:** Beispielhafte Darstellung zur visuellen Wirkung einer schwimmenden PV-Anlage bei einem erhöhten Standort (Quelle: Zimmermann PV-Floating)

#### 4.7 Schutzgut Fläche

Die schwimmende Anlage wird eine Größe von ca. 13,6 ha einnehmen. Die Befestigung der FPV-Anlage erfolgt durch Verankerung im Seeboden. Zusätzliche Flächen für eine Verankerung an Land werden nicht benötigt.

Aus der beantragten Nutzung der Seefläche ergeben sich keine relevanten Änderungen der gewässerökologischen und limnologischen Verhältnisse. Auch die weiteren Nutzungen am See werden durch den Verlust an offener Wasserfläche im zentralen Bereich des Sees nicht betroffen. Die Angelnutzung ist auf Angelplätze im Uferbereich beschränkt. Die Entnahme von Seewasser zu Bewässerungszwecken erfolgt ebenfalls im Uferbereich.

Die Montage der FPV-Anlage erfolgt über einen Zeitraum von ca. zwei Monaten auf einer zum Abbau genehmigten Fläche am Südufer des Sees (s. Anlage 1). Der Flächenbedarf für die Zwischenlagerung der Bauteile und die Montage beträgt ca. 1 ha. Für die Montage und Zwischenlagerung werden ausschließlich bereits beräumte Flächen genutzt, die Teil der genehmigten Abbauflächen des Kieswerks sind. Natürlich gewachsene Böden sind nicht betroffen. Eine Flächenversiegelung findet nicht statt. Nach der zeitlich begrenzten Montagephase stehen die Flächen der Fa. KBI wieder für den Betrieb zur Verfügung.

Eine Errichtung von ortsfesten Anlagen im terrestrischen Bereich ist nicht vorgesehen. Auf den bereits intensiv überprägten Flächen des Kieswerks ist die Aufstellung von ein bis zwei mobilen Lagercontainern vorgesehen. Die Errichtung von Fundament oder andere Flächenversiegelungen sind mit der Aufstellung der Container nicht verbunden.

Ein Ausbau oder eine Befestigung von Zufahrtswegen ist nicht erforderlich. Für die Anlieferung sowie den Zugang für Wartungsarbeiten können die bestehenden Betriebswege des Kieswerks bzw. die genutzt werden.

Zur Einspeisung des erzeugten Stroms ist ein Anschluss an einen Einspeisepunkt erforderlich. Ein geeigneter Einspeisepunkt für den Eigenverbrauch des Kieswerks der Fa. KBI besteht auf der Fläche des Kieswerks auf Flst. Nr. 5308/2 (s. Anlage 2). Für den Anschluss wird ein Kabel am nördlichen Ufer des Sees im Bereich des Kieswerks angelandet und weiter ausschließlich über die überprägten Flächen des Kieswerks bis zum Einspeisepunkt geführt. Bisher ungestörte Flächen werden durch die Verlegung des Kabels nicht beansprucht.

Es ist noch nicht abschließend geklärt, mit welchen Verfahren das Kabel verlegt werden wird. Auf den Betriebsflächen ist eine offene Bauweise vorgesehen. Sollten betriebliche Einrichtungen unterquert werden, kann auch eine Spülbohrung zum Einsatz kommen.

Für die Einspeisung des in der Volleinspeiser-Anlage erzeugten Stroms in das öffentliche Netz ist ein ausreichend leistungsfähiger Einspeisepunkt erforderlich. Als ein solcher, wurde das Umspannwerk Iffezheim in der Nähe der Staustufe Iffezheim identifiziert. Der genaue Verlauf der Kabeltrasse wurde noch nicht festgelegt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Trasse vorrangig über bereits überprägte Flächen, z.B. entlang von bestehenden Wegen o.ä., führt. Die Sicherung der Kabeltrasse zum Netzverknüpfungspunkt für die Volleinspeiser-Anlage erfolgt über ein separates Genehmigungsverfahren.

Zusammenfassend betrachtet führt das Vorhaben nicht zu einer Versiegelung von Flächen bzw. ist nicht mit relevanten Verlusten oder Beeinträchtigungen der Funktionen im Naturhaushalt verbunden, wie sie sich aus einer Flächenversiegelung ergeben. Insofern kann keine relevante vorhabensbedingte Beeinträchtigung des Schutzgutes Fläche festgestellt werden.

#### **4.8 Schutzgut Mensch**

Die FPV-Anlage wird in Nachbarschaft zu Bereichen errichtet, die für den Menschen bedeutende Funktionen im Hinblick auf Arbeit und in geringem Umfang auch für die Erholung einnehmen. Aufgrund der räumlichen Nähe von Arbeitsbereichen des Kieswerks stehen die Vorkehrungen zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit des Menschen im Vordergrund der nachfolgenden Eingriffsbewertung.

Eine ausführliche Beschreibung der Anlagenkomponenten und der zum Einsatz kommenden Materialien kann dem Anhang 1 entnommen werden.

##### *Auswirkungen auf den Kieswerksbetrieb*

Im Geltungsbereich ist sowohl die Rohstoffgewinnung als auch die Rekultivierung abgeschlossen.

Der Kiesabbau und die im Zusammenhang mit dem Kiesabbau erforderliche Umsetzung von Rekultivierungsmaßnahmen im Umfeld des Geltungsbereichs können parallel zum Betrieb der geplanten FPV-Anlage weiterhin erfolgen, ohne dass es zu einer gegenseitigen Beeinträchtigung kommt.

#### Auswirkungen auf die weiteren Nutzungen am See

Durch eine geringe Flächenbelegung im Bereich des Betriebsgeländes, insbesondere aber auch durch die Lage im Freiwasserbereich werden grundlegende Konflikte mit den weiteren Nutzungen vermieden.

Die neben dem Rohstoffabbau bestehenden weiteren Nutzungen können während und nach Errichtung der FPV-Anlage ohne Einschränkungen fortgeführt werden. Sowohl die *Anglerkameradschaft Iffezheim e.V.* und der Eigentümer des landwirtschaftlichen Betriebs *Erdbeer-Huber* als auch die Nutzer auf Baden-Badener Gemarkung des Sees sind über das geplante Vorhaben informiert und haben der Errichtung der geplanten FPV-Anlage zugestimmt.

#### Wartungs-, Unterhaltungs-, und Reinigungsmaßnahmen

Zur Sicherstellung des einwandfreien Betriebs wird eine permanente Fernüberwachung der schwimmenden Photovoltaikanlage eingerichtet. Ergänzt wird die Fernüberwachung durch regelmäßige Vor-Ort-Kontrollen. Im Fehlerfall bzw. bei Vorfinden von Beschädigungen werden umgehend Maßnahmen zur Fehlerbehebung getroffen bzw. die schadhafte Bauteile repariert oder ersetzt.

#### Vorkehrungen für den Havariefall sowie gegen Feuer, Stromschlag und Vandalismus

Gegen unbefugten Zutritt ist der Baggersee der Fa. KBI vollständig eingezäunt. Der Zugang zu den Betriebsflächen ist nur durch abschließbare Tore möglich. Zugang zum See haben nur die ansässigen Kiesfirmen sowie die in Kap. 2.7.2 aufgeführten Angelvereine bzw. Landwirte, die über eine Genehmigung zur Wasserentnahme aus dem Baggersee verfügen.

Zum Schutz von Personen sind an der FPV-Anlage zahlreiche Schutzmaßnahmen, insbesondere gegen elektrische Fehlfunktionen und Stromschlag vorgesehen. Diese werden im wasserrechtlichen Antrag zur Errichtung der Anlage ausführlich beschrieben. Alle elektrischen Bauteile auf den Solarbooten werden entsprechend der geltenden Vorschriften für Installation in und am Wasser ausgeführt. Dabei werden neben den entsprechenden Zertifizierungen für Steckverbinder und Kabel auch, wo gefordert, Fehlerstromschutzschaltungen berücksichtigt. Diese lösen im Fehlerfall oder bei Beschädigung (z.B. durch Vandalismus) schon bei kleinsten Ableitströmen aus, und schützen so vor einem elektrischen Schlag. Die Wechselrichter verfügen zusätzlich über eine Isolationsfehler-Überwachung.

Für den Potenzialausgleich und als Blitzschutz wird die gesamte Unterkonstruktion engmaschig mit leitfähigen Verbindern verbunden und über Ableiter in den Wasserkörper geerdet. Zusätzlich wird das Erdpotential vom Ufer über die Versorgungsleitung aufs Wasser gebracht um den Erdwiderstand ausreichend gering zu halten.

Da in der Anlage kein direkter Schaden durch Blitzeinschlag zu erwarten ist, ist kein externer Blitzschutz vorgesehen. Die engmaschige Vernetzung garantiert, dass die hohen Ströme ohne kritische Erwärmung der Schwimmkörper sicher ins Wasser abgeleitet werden können. Die Photovoltaikmodule werden einem Hagel-Widerstandstest unterzogen.

Eventuelle Fehler und Schutzauslösungen werden in Echtzeit an den Leitstand übertragen. Darüber hinaus werden alle Schaltschränke gegen unautorisierten Zugang gesichert.

Durch die Nutzung stabiler und beständiger Anlagenbestandteile (siehe Anhang 1) bei gleichzeitiger Verwendung zahlreicher Schwimmkörper ist die Anlage gegen ein Absinken auch bei Leckage einzelner Module gesichert. Dadurch kann der Eintritt größerer Schäden und eine Gefährdung von Mensch und Umwelt wirksam vorgebeugt werden.

#### Freisetzung von wasser- oder gesundheitsgefährdenden Stoffen

Bei der geplanten FPV-Anlage handelt es sich mit Ausnahme des Transformatorenöls um eine betriebsmittelfreie Kraftanlage. Reinigungsmittel, Schmiermittel oder andere wassergefährdende Stoffe werden nicht eingesetzt. Als Transformatorenöl wird ein pflanzenölbasiertes Transformatorenöl (MIDEL eN 1204 oder vergleichbares Produkt), welches leicht biologisch abbaubar ist und als nicht toxisch für Wasserorganismen eingestuft wird, genutzt (s. Anhang 2). Zur Vermeidung einer Gewässergefährdung durch Eintrag des Öls werden konstruktive Maßnahmen ergriffen, mit denen ein Eintrag des Öls in das Gewässer auch bei unvorhergesehenen Vorkommnissen unterbunden werden kann.

Mit einem relevanten Eintrag von Stoffen aus den Anlagenbauteilen in den See ist ebenfalls nicht zu rechnen. Durch die Wahl geeigneter Materialien, durch den Einsatz möglichst stabiler, langlebiger und schadstofffreier Bauteile, durch eine Konstruktion, die die mechanische Beanspruchung minimiert sowie durch regelmäßige Kontrollen und den schnellen Austausch schadhafter Bauteile kann eine Freisetzung von Mikroplastik oder Schwermetallen praktisch ausgeschlossen werden. Module, die per- und polyfluorierte Chemikalien (PFAS oder PFC) enthalten, werden nicht verbaut.

Bei der Errichtung und im Betrieb der PV-Anlage entstehen keine Abwässer, die in den See geleitet werden.

#### **Fazit**

Mit relevanten vorhabensbedingten Beeinträchtigungen des Kieswerksbetriebs oder sonstiger Nutzungen ist nicht zu rechnen. Einer Gefährdung der menschlichen Sicherheit und Gesundheit wird durch zahlreiche Vorkehrungen, durch das Anlagendesign sowie durch die Auswahl geeigneter Materialien begegnet.

Insgesamt sind keine maßgeblich negativen Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch und die menschliche Gesundheit zu besorgen.

#### **4.9 Schutzgut Kultur- und Sachgüter**

Da keine Kultur- und Sachgüter auf der Seefläche bestehen, findet kein entsprechender Eingriff statt.

Die geplante Kabeltrasse von der FPV-Anlage zum Einspeisepunkt im Kieswerk wird so angelegt, dass die betrieblichen Anlagen und Infrastruktureinrichtungen der Fa. KBI nicht beeinträchtigt werden. Es erfolgt kein vorhabensbedingter Eingriff in Sachgüter.

Sollten bei der Durchführung der Erdarbeiten wider Erwarten archäologische Funde oder Flurdenkmäler entdeckt werden, werden diese der zuständigen Denkmalschutzbehörde umgehend gemeldet.

#### **4.10 Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern**

Über die direkten vorhabensbedingten Auswirkungen auf die genannten Schutzgüter hinaus, können zusätzliche Effekte infolge von Wechselwirkungen zwischen den Einzelschutzgütern entstehen. So besteht beispielsweise die Möglichkeit, dass eine FPV-Anlage den Temperaturhaushalt des Gewässers maßgeblich verändert, was wiederum Auswirkungen auf den aquatischen Lebensraum und damit auf das Schutzgut Tiere und Pflanzen haben kann.

Im vorliegenden Fall ergeben sich, wie in den vorausgegangenen Kapiteln ausgeführt, jedoch nur geringfügige Auswirkungen auf die einzelnen Schutzgüter. Diese geringfügigen Auswirkungen sind nicht geeignet, um Wechselwirkungen mit erheblichen Umweltauswirkungen hervorzurufen.

### **5 Kumulative Wirkungen**

Unter kumulativen Wirkungen werden Wirkungen verstanden, die durch mehrere Projekte bzw. Eingriffe verursacht werden (s. SIEDENTOP 2001). So können einzelne Vorhaben für sich genommen mit nicht erheblichen Beeinträchtigungen einhergehen, aber zusammen mit anderen Projekten negative Auswirkungen auslösen. Die Beeinträchtigungsfaktoren entfalten entweder eine summative Wirksamkeit (z.B. summierter Flächenverlust) oder eine synergetische Wirksamkeit. Bei der letzteren ergeben sich durch das Zusammentreffen mehrerer Projekte negative Auswirkungen, die die Summe der Effekte bei getrennter Betrachtung der Einzelprojekte übertreffen.

Als Vorhaben, die möglicherweise zu kumulativen Wirkungen mit der beantragten FPV-Anlage führen könnte, wird der fortlaufende Kiesabbau am Standort betrachtet.

Die obige Umweltprüfung zur geplanten FPV-Anlage kommt zu dem Ergebnis, dass bei den Schutzgütern Mensch, Fläche, Boden, Klima, Wasser und Sachgüter jeweils nur sehr geringe oder geringe Auswirkungen auftreten. Auch beim Schutzgut Tiere und Pflanzen sind die Auswirkungen durch die geplante FPV-Anlage gering, die sich vor allem auf die Fischfauna und Wasservögel erstrecken. Somit ergeben sich für diese Tiergruppen keine erheblichen Beeinträchtigungen durch kumulative Wirkungen.

Die Fortführung der Rohstoffgewinnung im Nassschnitt führt zu einer weiteren Vergrößerung der Seefläche. Dadurch wird der Anteil der Wasserfläche, die durch die geplante FPV-Anlage überbaut bzw. verschattet sein wird, zurückgehen.

Vielmehr führt der weitere Abbau zu einer Vergrößerung des Seekörpers, die die Bedeckung des Gewässers durch die FPV-Anlage und die damit verbundenen geringen Auswirkungen auf Fische und fischjagende Haubentaucher ausgleicht.

Insgesamt hat das FPV-Vorhaben für die obengenannten Schutzgüter selbst zuzüglich des Abbauvorhabens keine erheblichen Beeinträchtigungen zur Folge. Hierbei ist insbesondere zu berücksichtigen, dass die temporären Montage- und Lagerflächen, die zur Errichtung der FPV-Anlage benötigt werden, auf den genehmigten Abbauflächen liegen. Da diese Flächen bereits beräumt sind, resultieren aus der begrenzten Nutzung als Montagefläche praktisch keine zusätzlichen vorhabensbedingten Beeinträchtigungen im terrestrischen Bereich.

Darüber hinaus erstreckt sich der weitere Vorhabensbereich der FPV-Anlage auf die offenen Wasserflächen des bestehenden Baggersees während durch das Abbauvorhaben überwiegend terrestrische Flächen betroffen sind. Daher sind mögliche Auswirkungen des SPV-Vorhabens auf den bestehenden Baggersee begrenzt und führen nicht zu synergetischen Effekten mit dem Abbauvorhaben.

Beim Schutzgut Landschaft ergibt sich bei den Vorhaben eine Veränderung des Landschaftsbildes. Die grundlegendste Veränderung tritt jedoch bei der abbaubedingten Seeerweiterung ein, da ein terrestrischer Landschaftsausschnitt in einem aquatischen Lebensraum umgewandelt wird. Aufgrund der Gehölzbestände vor allem entlang des Ost- und Nordostufers besitzt der See der Fa. KBI zumindest teilweise den visuellen Charakter eines naturnahen Biotops. Nach Beendigung der geplanten Abbauerweiterung und der erforderlichen Rekultivierungsmaßnahmen wird sich eine vergleichbare naturnahe Ausprägung auch an die übrigen Uferabschnitten einstellen. Der Anteil der FPV-Anlage am See wird sich durch die abbaubedingte Seeerweiterung verkleinern. Eine erhebliche Beeinträchtigung des Schutzguts Landschaft unter Berücksichtigung aller Vorhaben an dem See in Iffezheim ist insgesamt nicht zu erwarten.

## 6 Artenschutzrechtliche Beurteilung

### 6.1 Methoden

In diesem Kapitel wird beurteilt, ob durch das Vorhaben die artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände des § 44 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) ausgelöst werden. Prüfungsrelevant sind die europarechtlich geschützten Arten, zu denen alle heimischen Vogelarten sowie die FFH-Anhang IV-Arten gehören.

Die Festlegung, welche europarechtlich geschützten Arten oder Artengruppen bei einem Eingriffsprojekt untersucht werden, orientiert sich grundsätzlich an ein mögliches Vorkommen unter Berücksichtigung der vorhandenen Lebensraumausstattung sowie an den vorhabensspezifischen potenziellen Projektwirkungen.

#### Anlagebedingte Auswirkungen

Aufgrund der Lage der geplanten schwimmenden PV-Anlage auf einer Seefläche mit einem Mindestabstand zum Ufer von mind. 89 m erfolgt keine Beanspruchung von terrestrischen und aquatischen Vegetationsbeständen. Ein direkter Eingriff in faunistische Lebensräume mit dessen Fortpflanzungs- und Ruhestätten findet somit an und auf dem See nicht statt. Durch mögliche Kulissenwirkungen der Anlage und ein entsprechendes Meide- und Ausweichverhalten der im Umfeld lebenden Tiere könnte dagegen ein indirekter Verlust von Fortpflanzungs- und Ruhestätten und somit ein Auslösen des Verbotstatbestands der Beschädigung des 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG eintreten. Derartige anlagebedingte Auswirkungen sind bei den im Umfeld einer schwimmenden PV-Anlage vorkommenden Kleinvögeln, Amphibien, Reptilien und anderen prüfungsrelevanten Tierarten aufgrund des Abstandes zum Ufer jedoch nicht zu erwarten. Europarechtlich geschützte Fischarten kommen aufgrund der Habitatansprüche und deren landesweiten Verbreitungssituation in einem Baggersee nicht vor und wurden auch nicht nachgewiesen (s. auch Fischgutachten, Anhang 4).

Kulissenwirkungen der geplanten PV-Anlage sind jedoch bei den schwimmenden Wasservögeln (Lappentaucher, Entenvogel, Rallen, Kormorane) möglich, von denen einige Arten auch die uferfernen Seebereiche zur Nahrungssuche nutzen. Für die artenschutzrechtliche Beurteilung des Vorhabens wurde daher deren Vorkommen auf dem Baggersee untersucht. Zum einen erfolgte eine Erfassung brütender Wasservogel und deren Reviere an sieben Terminen von März bis Juni 2023 (16.03.23, 28.03.23, 13.04.23, 24.04.23, 11.05.23, 01.06.23, 12.06.23) unter Berücksichtigung von SÜDBECK et al. (2005). Um Brutvorkommen im Bereich der PV-Anlage in Bezug zum Gesamtbestand auf dem Baggersee einordnen zu können, wurden die brütenden Wasservogel auf dem gesamten Gewässer kartiert.

Neben den Brutvögeln wurde eine regelmäßige Erfassung der überwinterten und rastenden Wasservogel auf dem gesamten See durchgeführt. Dazu fand von November 2022 bis zum April 2023 eine zweimalige Begehung pro Monat statt. Dabei wurde das gesamte Gewässer mittels Fernglases und Spektiv abgesucht. Die insgesamt 12 Termine erfolgten am 10.11.22, 25.11.22, 06.12.22, 20.12.22, 10.01.23, 24.01.23, 09.02.23, 02.03.23, 16.03.23, 28.03.23, 13.04.23, 24.04.23.

Da die während eines Winterhalbjahrs erhobenen Zählergebnisse ggf. vom Witterungsverlauf beeinflusst werden können, erfolgte bei der Ornithologischen Gesellschaft Baden-Württemberg e.V. (OGBW) eine Anfrage zu vorhandenen Daten überwinternder und rastender Wasservögel aus den zwei vorherigen Winterperioden 2020/21 und 2021/22. Diese Zählungen fanden i.d.R. jeweils einmal monatlich von Oktober bis März statt.

Da bei den Fledermäusen aufgrund des Uferabstandes keine anlagebedingte Beanspruchung von Quartieren (Bäume, Gebäude) eintritt, werden die Auswirkungen auf mögliche ufernahe Nahrungshabitate ohne eine Erfassung der Tiergruppe beurteilt.

#### Bau- und betriebsbedingte Auswirkungen

Der Aufbau der Anlage erfolgt außerhalb des Sees auf einer Abbauerweiterungsfläche auf dem Werksgelände der Fa. KBI am Südufer des Sees (s. Anlage 2). Diese Fläche ist bereits beräumt und daher nahezu vegetationsfrei. Ein Besiedlungspotential ist kaum vorhanden (s. Abb. 1). Der Oberboden wurde im Vorgriff zum geplanten Abbau bereits abgeschoben. Nach der Nutzung der Fläche als Lager- und Montagestandort für die FPV-Anlage wird diese zur Kiesgewinnung abgebaut.

Trotz des geringen Lebensraumpotentials erfolgte dort am 13.04.23, 24.04.23, 11.05.23 und 12.06.23 eine Erfassung der Vögel, Reptilien und Amphibien.

Die Anlieferung der PV-Module und sonstiger Bestandteile erfolgt über bestehende Landwirtschaftswege und Betriebsstraßen.

Die Bewertung von potenziellen bau- und betriebsbedingten Störwirkungen (Schall, Licht, Mensch) auf andere europarechtlich geschützte und störungsempfindliche Tierarten (v.a. Fledermäuse) erfolgt ohne Berücksichtigung eines kartierten Vorkommens.

## **6.2 Anlagebedingte Auswirkungen**

In diesem Kapitel wird geprüft, ob durch Kulissenwirkungen der FPV-Anlage ein indirekter Verlust von Fortpflanzungs- und Ruhestätten vorkommender Wasservogelarten eintritt und somit das Beschädigungsverbot des § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG ausgelöst wird.

### **6.2.1 Brutvögel**

#### **Bestandserfassung**

Im Rahmen der Wasservogel-Untersuchung wurden auf dem gesamten Baggersee sechs Brutvogelarten (Arten mit Brutnachweis u. –verdacht) festgestellt (s. Tab. 5). Von diesen

stellt die Stockente (RL-BW V) die einzige wertgebende Art dar. Aufgrund der eher versteckten Bruthabitate ist die Anzahl erfasster Brutpaare der Stockente ggf. unterrepräsentiert.

**Tab. 5:** Ergebnis der Wasservogelkartierung während der Brutperiode 2023

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	RL-BW	RL-D	Artenschutz	Status
Kormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>			§	N
Haubentaucher	<i>Podiceps cristatus</i>			§	b
Höckerschwan	<i>Cygnus olor</i>			§	b
Stockente	<i>Anas platyrhynchos</i>	V		§	b
Tafelente	<i>Aythya ferina</i>	3	V	§	N
Reiherente	<i>Aythya fuligula</i>			§	N
Blässhuhn	<i>Fulica atra</i>			§	B
Kanadagans	<i>Branta canadensis</i>			§	b
Graugans	<i>Anser anser</i>			§	N
Nilgans	<i>Alopochen aegyptiaca</i>			§	b

Rote-Liste-Status: RL-BW = Rote Liste Baden-Württemberg, Stand 2019 (KRAMER et al. 2022), RL-D = Rote Liste Deutschland, Stand 2020 (RYSILAVY et al. 2020), 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Art der Vorwarnliste; n.b = nicht bewertet; Artenschutz: § = besonders geschützt gem. BArtSchVO, §§ = streng geschützt gem. BArtSchVO, alle heimische Vogelarten sind europarechtlich geschützt; Status der Vögel: B = Brutvogel (Brutnachweis), b = Vogel mit Brutverdacht, N = Nahrungsgast, Dz = Durchzügler

Für Stockente (RL-BW V), Höckerschwan und Nilgans liegt aufgrund der Anwesenheit zur Brutzeit jeweils nur ein Brutverdacht vor. Die vermuteten Reviere dieser Arten lagen am Süd-, Südost- und Ostufer entlang der dicht bewachsenen Uferzonen. Das am Südufer vermutete Stockenten-Revier ist mit mind. 180 m Entfernung der am nächsten gelegene Brutlebensraum zur geplanten FPV-Anlage.

Der Bestand des Haubentauchers setzte sich aus 2-3 Brutpaaren zusammen, die sich auf die östliche Seehälfte, insbesondere auf die Bucht nordöstlich des Werksgeländes mit einer mittelalten Uferzone aus Röhrrieten und Weidengebüschen, verteilten. Ein Revierzentrum befand sich östlich der geplanten PV-Anlage mit einem Abstand von mindestens 220 m.

Im Untersuchungsjahr waren drei Reviere des Blässhuhns an dem Baggersee (s. Anlage 2). Auch hier lagen die Brutlebensräume in der östlichen Seehälfte im Bereich der dicht bewachsenen nord- und nordöstlichen Uferzonen. Jungführende Altvögel wurden am nordöstlichen Ufer festgestellt. Dagegen zeichnet sich das Süd- und Südwestufer aufgrund des jungen Alters durch keine oder gering ausgeprägte Vegetation aus (s. Anlage 2)

Neben den Wasservögeln wurden gelegentlich einzelne Flusseeeschwalben (RL-BW V, RL-D 2) gesichtet, die die offene Seefläche als Jagdhabitat nutzten. Ein Brutplatz wurde nicht

festgestellt und wird aufgrund des großen Aktivitätsradius außerhalb des Baggersees vermutet.

Im Allgemeinen ist das Artenspektrum brütender Wasservögel und die Anzahl und Verteilung der Brutreviere an einem See in erster Linie vom Angebot potenziell geeigneter Nisthabitate abhängig. Die Ansprüche an einen Brutlebensraum sind dabei artspezifisch. Für Haubentaucher und Blässhühner sind vor allem Schilfröhrichte und insbesondere Uferabschnitte mit überhängenden und ins Wasser ragenden Gehölzen bedeutsam, an denen die Nester zum Schutz vor Prädatoren uferfern bzw. über/auf Wasserhöhe angelegt werden (s. Abb. 12). Geringe Ansprüche an einen Brutlebensraum stellen Stockenten, die neben Verlandungszonen von Seen auch wasserlose Standorte wie z.B. Waldschonungen, Brachen oder Getreidefelder zur Anlage der Nester nutzen. Die Neststandorte der Nilgans sind sehr vielseitig (am Boden, in Erdlöchern, Schwimmbagger, Baumhöhlen, größere Baumnester).



**Abb. 12:** Beispielhafte Ausprägung von uferfernen Neststandorten des Haubentauchers (links) und Blässhuhn (rechts) auf einem Baggersee

Der Baggersee zeichnet sich vor allem am Nordost-, Ost- und Südostufer durch ältere Uferzonen mit einer entsprechend ausgeprägten Vegetation aus. Von naturschutzfachlicher Bedeutung sind vor allem eine strukturreiche Verlandungsvegetation mit Schilfröhricht-Beständen, die geeignete Brutlebensräume für u.a. Haubentaucher und Blässhuhn bieten (s. Anlage 2). Ins Wasser ragende Gehölzstrukturen, die für Haubentaucher und Blässhuhn geschützte Nisthabitate darstellen, kommen am Gewässer vor allem am Nordost- und Ostufer

abseits der geplanten PV-Anlage vor. Bei den übrigen Uferzonen am See (Nord-, Nordwest-, West-, Südwestufer und Teile des Ostufers) handelt es sich aufgrund von Abbautätigkeiten überwiegend um sehr junge bis mittelalte Ausprägungen (s. Anlage 2). Schilfröhrichte oder Gehölzbestände sind dort kaum vorhanden. Dementsprechend wurden dort keine Brutreviere festgestellt.

Neben dem Angebot grundsätzlich geeigneter Niststrukturen stellt ein geringes Störpotenzial ein weiteres Kriterium für eine Ansiedlung dar. Auf dem Baggersee liegt v.a. im Bereich von Angelstellen ein höheres Störpotenzial vor. Die Angelstandorte befinden sich überwiegend in den östlichen Uferbereichen des Sees gegenüber der geplanten PV-Anlage. Trotz der Angelnutzung insbesondere am südöstlichen Ufer kommen dort einige Brutpaare vor.

Andere charakteristische Wasservogelarten größerer Stillgewässer, wie z.B. Teichhuhn (RL-BW 3), Reiherente und Zwergtaucher (RL-BW 2), wurden auf dem Baggersee nicht festgestellt.

### **Artenschutzrechtliche Beurteilung**

Als beurteilungsrelevante Entfernung werden diejenigen Brutlebensreviere auf dem Baggersee berücksichtigt, die bis zu 100 m zum Außenrand der geplanten FPV-Anlage entfernt liegen. In dieser relevanten Nähe wurde kein Wasservogelrevier erfasst. Der am nächsten zur Anlage gelegene Brutlebensraum der Stockente (RL-BW V) ist mind. 180 m von der PV-Anlage entfernt (ebd.). Die Revierzentren der übrigen Wasservögel weisen mit 200 m bis 900 m sehr große Distanzen zur geplanten Anlage auf (ebd.).

Aufgrund der geringen Höhe der FPV-Anlage (0,9 m über der Wasservogelfläche) tritt keine direkte visuelle Kulissenwirkung und ein entsprechendes Ausweich- und Meideverhalten ein (s. Abb. 13). Dass kaum Meideverhalten aufgrund einer visuellen Beeinträchtigung der FPV-Anlagen eintritt, verdeutlichen auch die Ergebnisse einer Studie aus den Niederlanden zu den Auswirkungen einer schwimmenden PV-Anlage (ROYAL HASKONING DHV 2022). Danach hielten sich Wasservögel im Umfeld der Anlage auf, Enten nutzten diese auch als Ruheplatz (s. Abb. 14 und Abb. 15). Auch eigene Beobachtung von Wasservögeln während und direkt nach dem Aufbau einer PV-Anlage in der nördlichen Oberrheinebene verdeutlichen zusätzlich, dass die Anlagen keinerlei optische Störwirkungen ausüben und nicht zu einem Meideverhalten führen (s. Abb. 16 u. 17).

Somit steht den Wasservögeln der verbleibende Gewässerbereich zwischen Ufer und der Anlage weiterhin als Lebensraum zur Verfügung. Aufgrund der Winkel der PV-Module kann eine Blendwirkung auf die Vögel ausgeschlossen werden.



**Abb. 13:** Beispielhafte Darstellung zur visuellen Wahrnehmung der geplanten FPV-Anlage aus Sicht eines schwimmenden Wasservogels (Quelle: Zimmermann PV-Floating)



**Abb. 14:** Gänse im Umfeld einer FPV-Anlage (Quelle: ROYAL HASKONING DHV 2022)



**Abb. 15:** Ruhende Enten auf einer FPV-Anlage (Quelle: ROYAL HASKONING DHV 2022)



**Abb. 16:** Blässhuhn im Umfeld einer PV-Anlage während des Aufbaus (arguplan, 26.04.24)



**Abb. 17:** Drei Haubentaucher im direkten Umfeld einer PV-Anlage nach dem Aufbau (argu plan, 28.05.24)

Grundsätzlich kann eine FPV-Anlage in Abhängigkeit von deren Lage und Form ufernahe Seebereiche vom übrigen Gewässer so abtrennen, dass im Rahmen einer Kulissenwirkung eine Verkleinerung des von den Wasservögeln besiedelten Gewässerabschnitts eintritt. Liegt dadurch weiterhin ein für die jeweilige Wasservogelart ausreichend großer Gewässerbereich zwischen Ufer und Anlage vor, ist von keinem vorhabensbedingten Verlust eines Brutlebensraumes auszugehen.

Nach HÖLZINGER & BOSCHERT (2001) besiedelt das Blässhuhn Gewässer mit einer freien Wasserfläche von mindestens 0,1 ha. Bei den am Ostufer gelegenen Revierstandorten ist aufgrund der Entfernung zur FPV-Anlage von mehr als 600 m keine Einschränkung des bisherigen Brutlebensraums zu erwarten. Zudem besteht von den im Untersuchungsjahr festgestellten Brutstandorten aufgrund der Gewässereinbuchtungen kaum eine Sichtbeziehung zur Anlage. Eigene Beobachtungen zu einer neu errichteten PV-Anlage zeigen, dass ein vorheriges Brutrevier des Blässhuhns während der Bauphase bei einem Mindestabstand von 55 m weiterhin genutzt wurde (s. Abb. 16). Somit ist auch für den See davon auszugehen, dass die Blässhühner die bestehenden Brutlebensräume auch weiterhin nutzen werden.

Die Stockente (RL-BW V) besiedelt neben Gewässerufern auch wasserlose Standorte (z.B. Waldschonungen, Brachen, Weiden, Äcker) (HÖLZINGER & BAUER 2018), sodass die vorhabensbedingte Einengung eines ehemals offenen Seeabschnitts nicht zu einem Verlust eines Brutlebensraums führt.

Für den Haubentaucher geben SÜDBECK et al. (2005) besiedelte Stillgewässergrößen ab 1 ha, oft jedoch größer 5 ha an. Für das östlich der FPV-Anlage gelegene Jagdhabitat des

Haubentauchers verbleibt noch eine Seefläche von über 9 ha. Zusätzlich können die außerhalb liegenden Gewässerzonen weiter genutzt werden.

Während brütende Blässhühner und Stockenten überwiegend die ufernahen Seebereiche zur Nahrungssuche aufsuchen, nutzt der fischjagende Haubentaucher den gesamten See. Zu den möglichen Projektwirkungen einer schwimmenden PV-Anlage gehört eine Reduzierung der Fischproduktion infolge der Beschattung, wodurch das Nahrungsangebot für Haubentaucher verringert werden würde. Nach Angaben im Fischgutachten sind jedoch die Auswirkungen auf die Fischproduktion als unerheblich einzustufen. Die Errichtung einer flächendeckenden PV-Anlage auf einem See führt zu einer Verkleinerung des Nahrungshabitats. Der Haubentaucher ist vermutlich nicht in der Lage, unter der gesamten Anlage zu tauchen. Da die randlichen Unterwasserbereiche einer PV-Anlage weiterhin genutzt werden können (s. Abb. 17) und im vorliegenden Fall die geplante 13,6 ha große PV-Anlage nur 14,6 % des ca. 93 ha großen Gewässers ausmacht, tritt eine maßgebliche Verringerung des Jagdlebensraums für den Haubentaucher auf dem Baggersee nicht ein.

Auch bei den übrigen Wasservogelarten hat die FPV-Anlage aufgrund der großen Uferabstände von mehr als 450 m keine relevante Verkleinerung des Gewässers bzw. des Lebensraumpotenzials zur Folge.

Die Bestandserhebungen ergaben, dass neben den schwimmenden Wasservögeln der Baggersee auch von der Flusseeeschwalbe (RL-BW 2, RL-D 2) gelegentlich als Nahrungshabitat genutzt wird. Nach dem Bau der FVP-Anlage bleibt jedoch noch eine ausreichend große Seefläche von ca. 79 ha für die Jagd nach Fischen und Insekten erhalten, wodurch es zu keiner maßgeblichen Beeinträchtigung der Art kommt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass ein relevanter Verlust an Brutlebensräumen durch Kulissenwirkung nicht eintritt und somit das Beschädigungsverbot gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG nicht ausgelöst wird.

## **6.2.2 Winter- und Rastvögel**

### **Bestandserfassung**

#### Artenspektrum

Bei den eigenen Zählungen überwinternder und rastender Wasservögel im Winterhalbjahr 2022/23 wurden insgesamt 10 Arten festgestellt (s. Tab. 6).

In den vorherigen zwei Wintern 2020/21 und 2021/22 wurde durch die OGBW mit der Schellente eine zusätzliche Art festgestellt (s. Tab. 7).



**Tab. 7:** Ergebnis der Wasservogelzählung der OGBW im Winterhalbjahr 2020/21

Deutscher Name	RL-BW Bv	RL-D Bv	RL-D wV	Artenschutz	10.10. 2020	15.11. 2020	13.12. 2020	17.01.2 021	14.02. 2021	14.03. 2021
Kormoran				§		1			1	
Haubentaucher				§		8	4	2	2	1
Höckerschwan				§	2		2	2		
Stockente	V			§			45		12	
Schellente				§					6	
Tafelente	3	V		§		3				
Reiherente				§	2	7	1		6	4
Blässhuhn				§		20	6		46	
Kanadagans				§					9	
Graugans				§						1
Nilgans				§	1	1				
<b>Summe</b>					5	40	58	4	82	6

Rote-Liste-Status: RL-BW Bv = Rote Liste Brutvögel Baden-Württemberg, Stand 2019 (KRAMER et al. 2022), RL-D Bv = Rote Liste Brutvögel Deutschland, Stand 2020 (RYSILAVY et al. 2020), RL-D wV = Rote Liste wandernde Vögel Deutschland (HÜPPOP et al. 2013), RL1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Art der Vorwarnliste; n.b = nicht bewertet; Artenschutz: § = besonders geschützt gem. BArtSchVO, §§ = streng geschützt gem. BArtSchVO, alle heimische Vogelarten sind europarechtlich geschützt;

**Tab. 8:** Ergebnis der Wasservogelzählung der OGBW im Winterhalbjahr 2021/22

Deutscher Name	RL-BW Bv	RL-D Bv	RL-D wV	Artenschutz	16.10. 2021	14.11. 2021	12.12. 2021	14.01. 2022	13.02. 2022	14.03. 2022
Kormoran				§		1		3		
Haubentaucher				§	3		6	3	5	2
Höckerschwan				§	3	3	1		2	2
Stockente	V			§	2		22		10	
Tafelente	3	V		§		13				
Reiherente				§	1					
Blässhuhn				§	18		49	24	9	11
Nilgans				§			2	3		
Graugans				§						2
<b>Summe</b>										

Rote-Liste-Status: RL-BW Bv = Rote Liste Brutvögel Baden-Württemberg, Stand 2019 (KRAMER et al. 2022), RL-D Bv = Rote Liste Brutvögel Deutschland, Stand 2020 (RYSILAVY et al. 2020), RL-D wV = Rote Liste wandernde Vögel Deutschland (HÜPPOP et al. 2013), RL1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, V = Art der Vorwarnliste; n.b = nicht bewertet; Artenschutz: § = besonders geschützt gem. BArtSchVO, §§ = streng geschützt gem. BArtSchVO, alle heimische Vogelarten sind europarechtlich geschützt.

### Häufigkeiten

Die größten Wasservogelbestände bei den eigenen Zählungen umfassten 110 Tiere und traten im November 2022 und Januar 2023 auf. (s. Tab. 6). Bei diesen handelte es sich größtenteils um überwinterte oder rastende Blässhühner, deren Ansammlungen ab März 2023 zum Beginn der Brutzeit abnahmen. Bei Stockenten, Haubentauchern und Höcker-schwan handelte es sich um überwinterte Brutvögel des KBI-Sees, deren Anzahl im Erfassungszeitraum bis auf einzelne Ausnahmen nahezu konstant blieb.

Die Gründe für die grundsätzlich wechselnde Anzahl der bei den Kartierterminen festgestellten Wasservögel ist zum einen auf die zumindest zeitweise versteckte Lebensweise der Vögel in der Ufervegetation zurückzuführen (v.a. bei Blässhuhn, Stockente). Auch ein Übersehen tauchender Haubentaucher auf der großen Seefläche vom Land aus ist nicht auszuschließen. Die Zählergebnisse bilden jedoch die Größenordnung der vorhandenen Wasservögel realistisch ab.

Neben methodischen Ursachen kommen natürliche Gründe für die sich ändernde Anzahl der Wasservögel in Betracht. Aufgrund der hohen Anzahl an Baggerseen in der Oberrheinebene steht den Wasservögeln grundsätzlich ein großes Angebot zum Wechsel der Nahrungs- und Ruhehabitate zur Verfügung. Auslöser für einen Wechsel können Störungen, witterungsbedingte Einflüsse oder artspezifische Überwinterungsstrategien sein.

Bei den Zählungen der OGBW in den zwei vorherigen Winterhalbjahren wurden tendenziell geringere oder zeitweise vergleichbare Größenordnungen der Wasservögel festgestellt (s. Tab. 7 und Tab. 8).

### Räumliche Verteilung

Entsprechend ihres Nahrungsspektrums und der Art der Nahrungssuche unterschieden sich die beobachteten Wasservogelarten hinsichtlich ihrer Raumnutzung auf dem See. So wurden die nach Fischen jagenden Haubentaucher sowohl in der Gewässermitte als auch an verschiedenen Uferzonen des Gewässers festgestellt. Die sich größtenteils von Muscheln, Insektenlarven und Pflanzensamen ernährenden Reiherenten und Tafelenten hielten sich überwiegend in Ufernähe auf. Blässhühner nutzten ebenfalls bevorzugt die ufernahen Seebereiche. Auch die Stockenten, Graugänse, Nilgänse und Kanadagänse wurden überwiegend an den Ufern beobachtet.

Die sich in Ufernähe aufhaltenden Wasservogelarten nutzen nahezu die gesamten Uferabschnitte des Baggersees. Ausnahme stellen die aktuellen, vegetationsfreien Abbaubereiche der Fa. KBI dar. Der überwiegende Anteil der Wasservögel hielt sich in der östlichen Hälfte des Baggersees, an den mit Verlandungsvegetation geprägten Uferbereichen, abseits der geplanten FPV-Anlage auf. Dagegen nutzten Haubentaucher die gesamte Seefläche als Nahrungshabitat.

## Artenschutzrechtliche Beurteilung

Mit Haubentaucher, Kormoran, Höckerschwan, Blässhuhn, Stockente, Reiherente, Tafelente, Graugans, Kanadagans und Nilgans wurden charakteristische überwinternde Wasservogelarten auf dem See festgestellt. Bemerkenswerte Arten, wie Schellente treten nur gelegentlich, vergleichsweise kurzzeitig und in sehr geringen Anzahlen auf.

Grundsätzlich besitzt die nördliche Oberrheinebene aufgrund der hohen Anzahl von Altwässern in der Rheinaue sowie von Baggerseen eine große Bedeutung für Wintergäste und Zugvögel. Die Ausweisung der Rheinniederung als Ramsar-Gebiet und u.a. die Wasservogelzählung von BAUER et al. (2010) unterstreichen die hohe Relevanz der Oberrheinebene. Veröffentlichungen speziell zur Bedeutung von Baggerseen der Oberrheinebene für überwinternde und rastende Wasservögel liegen nicht vor. VAN ROOMEN et al. (2020) geben an, dass am Oberrhein zwischen Basel und Bingen in den zwei Wintern 2015/16 und 2017/18 rund 97.000 Wasservögel gezählt wurden. Veröffentlichungen speziell zur Bedeutung von Baggerseen der Oberrheinebene für überwinternde und rastende Wasservögel liegen nicht vor.

Dass insbesondere direkt am Rhein gelegene Baggerseen eine große Bedeutung für überwinternde und rastende Wasservögel besitzen können, verdeutlichen die im Rahmen einer Internetrecherche gefundenen langjährigen Zählenden, die in einem Umweltgutachten für ein Vorhaben der DMA MINERALAUFBEREITUNG GMBH (2018) bei Rheinau (Ortenaukreis) angegebenen sind. Dort wurden pro Zähltermine teilweise zwischen 1.000 und 1.800 Vögel erfasst, darunter vor allem Stockenten (bis zu ca. 1.200), Tafelenten (bis zu ca. 80), Reiherenten (bis zu ca. 440), Schnatterenten (bis zu 490), Blässhühner (bis zu ca. 180) und Haubentaucher (bis zu ca. 60).

Infolge der mittlerweile zunehmend geplanten PV-Anlagen auf Baggerseen in der Oberrheinebene liegen inzwischen Vergleichsdaten zu überwinternden Wasservögeln auf anderen Abbaugewässern vor. In Tab. 9 sind exemplarisch die Zählergebnisse an Baggerseen aus der Region dargestellt, die von der Kies- und Beton AG betreut werden, in der für einen Vergleich die maximal bei einem Termin in den Winterhalbjahren gezählten Wasservögel herangezogen werden. Auch bei diesen Untersuchungen zu geplanten PV-Anlagen erfolgte eine Zählung zweimal pro Monat. Da die Anzahl der Wasservögel unter anderem von der Gewässergröße bzw. Uferlänge abhängt, ist in der Tabelle für den Vergleich die Zahl der Vögel pro ha Seefläche dargestellt.

Die Untersuchungen zeigen zum einen, dass die Zahl der Wasservögel bezogen auf die Größe der Baggerseen vergleichsweise sehr gering ist. Allerdings ist anzumerken, dass die Menge an Wasservögeln auf einem Gewässer nicht nur von der Größe bestimmt wird, sondern auch von dem Anteil gut entwickelter Ufervegetation, dem Störpotenzial (v.a. durch Abbau u. Angeln), dem Nahrungsangebot, der Rheinnähe und dem Angebot weiterer Seen in der Umgebung zurückzuführen sind.

**Tab. 9:** Maximal an einem Termin erfasste Anzahl überwinternder/rastender Wasservögel an Baggerseen der Kies- und Beton AG in der Oberrheinebene

Baggersee	Erfassungszeitraum	Maximal an einem Termin erfasste Anzahl an Wasservögeln	Wasservögel pro 1 ha Seefläche
Fa. EKS (Sandweier/Iffezheim)	2022/23	424	4,8
Fa. KBI (Iffezheim)	2022/23	110	1,2
Fa. IKE (Iffezheim)	2022/23	165	2,3
Fa. Stürmlinger (Durmersheim)	2021/22	91	1,9

Infolge der geplanten FPV-Anlage reduziert sich die aktuell offene Seefläche des Gewässers um etwa 13,6 ha (14,6 %) von ca. 93,2 ha auf rund 79,6 ha. Somit steht den überwinternden und rastenden Wasservögeln weiterhin ein ausreichend großer Lebensraum zur Verfügung.

Für die sich überwiegend in Ufernähe aufhaltenden Wasservogelarten (v.a. Blässhuhn, Stockente, Reiherente, Tafelente, Graugans) stellt die vorhabensbedingte Verkleinerung der Seefläche keine erhebliche Verkleinerung ihres Lebensraumes während der Überwinterungs- und Rastzeit dar. Größere Wasservogelansammlungen mit einem entsprechend hohen Flächenbedarf kommen auf dem Baggersee der Fa. KBI nicht vor. Wie bereits in Kap. 6.2.1 erläutert und in den Abb. 14 bis 17 verdeutlicht, tritt ein relevantes Meideverhalten der Wasservögel gegenüber der Anlage aufgrund einer visuellen Kulissenwirkung nicht ein.

Für Wasservogelarten, die grundsätzlich das gesamte Gewässer zur Fischjagd nutzen, wie Haubentaucher und Kormoran, führt das Vorhaben im Vergleich zu den ufernah sich aufhaltenden Arten zu einem Lebensraumverlust. Dennoch bietet der See abseits der FPV-Anlage mit rund 79,6 ha noch ein ausreichendes Angebot an Nahrungshabitaten für diese Wasservogelarten. Der vorhabensbedingte Verlust von ca. 14,6 % des Jagdlebensraums wird für die durchschnittlich etwa drei festgestellten Haubentaucherreviere als geringfügig bzw. nicht erheblich eingestuft. Zudem lag der Schwerpunkt der Jagdhabitats in der östlichen Hälfte des Sees abseits der FPV-Anlage. Mit der genehmigten Abbauerweiterung wird sich der Baggersee in den nächsten Jahren kontinuierlich um mehrere Hektar vergrößern. Abzüglich der ca. 13,6 ha großen PV-Anlage steht den überwinternden und rastenden Wasservögeln dann eine Seefläche als Nahrungs- und Ruhehabitat zur Verfügung, die größer ist als das aktuelle Gewässer.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass durch die geplante FPV-Anlage essenzielle Nahrungshabitats und Ruhestätten für überwinternde und rastende Wasservögel nicht beansprucht werden und ein ausreichendes Angebot weiterhin vorhanden ist.

### 6.2.3 Fledermäuse

Die Bedeutung eines größeren Gewässers als Nahrungshabitat für Fledermäuse ist differenziert zu betrachten. So weist eine ufernahe Zone gegenüber der offenen Seefläche ein weitaus größeres Nahrungsangebot auf. Der pflanzenreiche Unterwasserbereich in der Uferzone stellt für wasserlebende und fliegende Insekten (z.B. Zuckmücken, Eintagsfliegen) einen Entwicklungslebensraum dar. Weitere fliegende Insekten (z.B. Nachtfalter, Fliegen, Käfer) stammen aus der terrestrischen Ufervegetation. Auch aufgrund der windgeschützten Lage entlang der Ufervegetation (Schilf, Gehölze) stellt der ufernahe Bereich somit einen bevorzugten Luftraum für fliegende Insekten dar, der von verschiedenen Fledermausarten als präferierter Jagdlebensraum genutzt werden kann. Die Wasserfledermaus sammelt (keschert) zusätzlich auch Beute von der Wasseroberfläche, die dort treibt und meist versehentlich von der Ufervegetation ins Wasser gefallen ist. Neben der Bedeutung als Nahrungslebensraum bietet die Ufervegetation den Fledermäusen auch die erforderliche strukturelle Orientierung bei der Jagd und Transferflügen.

Da die geplante FPV-Anlage auf dem Baggersee der Fa. KBI einen Abstand von mindestens 89 m zum Ufer hält, erfolgt keine Beeinträchtigung des Unterwasserlebensraums als Entwicklungshabitat für Insekten. Darüber hinaus wird nicht in den ufernahen Luftraum fliegender Insekten bzw. nahrungssuchender Fledermäuse eingegriffen. Die offene Seefläche bzw. der Vorhabensbereich spielt eine untergeordnete Rolle und stellt kein essenzielles Nahrungshabitat dar. Außerdem kann der Luftraum über der FPV-Anlage auch weiterhin als Jagdlebensraum genutzt werden.

## 6.3 Bau- und betriebsbedingte Auswirkungen

Nachfolgend wird geprüft, ob bei der Errichtung, Wartung und Instandsetzung der FPV-Anlage im Rahmen von Störwirkungen die Verbotstatbestände der Tötung nach des § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG sowie der Störung § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG ausgelöst werden.

### 6.3.1 Vögel

#### Bestandserfassung

Aufgrund des vegetationsfreien, kiesig-sandigen Rohbodens bietet ein Teil der geplanten Montage- und Lagerfläche nur ein Habitatpotenzial für den Flussregenpfeifer (RL-BW V) (s. Abb. 4). 2023 erfolgte lediglich bei einer Begehung eine Beobachtung der Art. Aufgrund des vorhandenen Besiedlungspotenzials besteht jedoch Brutverdacht.

Die Kabeltrasse für die Eigenstromversorgung auf der Betriebsfläche am Nordufer weist aufgrund der intensiven Befahrung kein Habitatpotenzial für relevante Arten auf.

### **Tötungsverbot (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG)**

Für die Errichtung der FPV-Anlage sowie die Anlieferung der Bestandteile ist keine Entfernung von Gehölzen erforderlich. Lediglich an den Randbereichen der Montagefläche sind auf den Böschungen einzelne junge Sukzessionsgehölze vorhanden. Sollte eine Entfernung der Gehölze und Sträucher erforderlich werden, wird dies zum Schutz möglicher Vogelnes-ter außerhalb der Brutzeit, d.h. von Anfang Oktober bis Ende Februar durchgeführt.

Es wird angestrebt, den Aufbau außerhalb der Brutzeit der Wasservögel durchzuführen. Allerdings steht die für die Installation zu beauftragende Spezialfirma nur für einen konkreten, engbegrenzten Zeitraum zur Verfügung, sodass ggf. keine flexible Festlegung der Aufbauzeit möglich ist und eine zwingende Durchführung während der Brutzeit nicht ausgeschlossen werden kann. Für den Fall, dass der Aufbau in die Brutzeit gelegt werden muss, ist nicht von einer störungsbedingten Brutaufgabe der am Ufer nistenden Wasservögel auszugehen, da mit etwa 89 m ein großer und ausreichender Mindestabstand zur PV-Anlage besteht.

Für den Fall, dass die FPV-Anlage während der Brutzeit errichtet werden soll, wird im Rahmen einer ökologischen Baubegleitung geprüft, ob eine Besiedlung der Montage- und Lagerfläche durch den Flussregenpfeifer vorliegt und welche Vermeidungsmaßnahmen ggf. durchzuführen sind.

Das Einbringen der Module über die im Südufer geplante Slipstelle führt hier nicht zu einer Beeinträchtigung von Wasservögeln. Zwar wurde dort im Umfeld 2023 ein Revier der Stockente (RL-BW V) vermutet, da die Art abseits der Wasserfläche versteckt in der terrestrischen Ufervegetation brütet, ist von keiner Störwirkung während der Brutzeit auszugehen.

Unter Berücksichtigung der Vermeidungsmaßnahmen wird der Verbotstatbestand § 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG nicht ausgelöst.

### **Störungsverbot (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG)**

Im Allgemeinen treten Störungen der Vögel in vielfältiger Form auf, beispielsweise durch akustische und visuelle Reize, Kulissenwirkung oder Feinde (Prädatoren, Mensch). Dabei können sich diese Reize auf unterschiedlichen Ebenen (Individuum, Population, Biozönose) auswirken (s. Stock et al. 1994), wobei die negativen Effekte auf Populationsebene als erheblicher einzustufen sind als Wirkungen auf Ebene des Individuums. Vögel sind unter Umständen in der Lage, die Störreize zu kompensieren, sodass keine gravierenden Beeinträchtigungen eintreten. Distanzbedürfnisse lassen sich z.B. durch Flucht oder Gewöhnung regulieren, Gelegetverluste können durch Ersatzbruten ausgeglichen werden.

### Schallemissionen

Schallemissionen können akustische Signale, die für die Vögel eine wichtige Funktion besitzen, überdecken. Zu den Funktionen gehören Gesänge zur Partnersuche und Revierabgrenzung, Lokalisation von Beutetieren, Kontakt im Familienverband sowie rechtzeitiges Hören von Warnrufen (GARNIEL et al. 2007).

Relevante Schallquellen bei der Anlieferung und beim Aufbau der FPV-Module stellen vor allem Fahrzeuge dar (z.B. Transport-LKW, Kran, Radlader). Diese Schallemissionen weisen jedoch nicht die Größenordnungen auf, um die Gesänge und Rufe der angrenzenden Arten maßgeblich zu überdecken. So ergeben sich aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit nur geringe Schallausträge. Außerdem liegt aufgrund der bestehenden Nutzung als Betriebsfläche der Fa. KBI eine hohe Vorbelastung durch Transport- und Verladevorgänge vor. Darüber hinaus sind die Montagearbeiten zeitlich begrenzt.

### Lichtemissionen

Da die Montagearbeiten ausschließlich tagsüber stattfinden und keine Beleuchtungsanlage installiert wird, treten keine störungsrelevanten Lichtemissionen auf.

### Anwesenheit des Menschen

Störungsrelevant für brütende Vögel ist im Allgemeinen die Anwesenheit des Menschen in direkter Nestnähe. Im Falle der Installation der PV-Elemente auf dem Wasser ist während der Brutzeit der Wasservögel mit keiner störungsbedingten Gelegetaufgabe zu rechnen (s.o. zum Tötungsverbot). Eine Besiedlung der Lager- und Montagefläche durch den Flussregenpfeifer wird im Zuge einer ökologischen Baubegleitung vor Baubeginn geprüft.

Für Wartungsarbeiten erfolgt der Zugang zur gesamten FPV-Anlage u. ä. über die Betriebsfläche des Kieswerks der Fa. KBI. Die Montagefläche wird nach Beendigung der Aufbauarbeiten stetig abgebaut und somit nicht mehr für Wartungsarbeiten zur Verfügung stehen. Bei den zukünftigen Inspektions- und Wartungsarbeiten an der FPV-Anlage ist ebenfalls von keiner erheblichen Störwirkung auf die Wasservögel auszugehen, da diese sehr kurz sein werden. Der Großteil der Kontrolle erfolgt über Fernüberwachung. Regelmäßige Reinigungsarbeiten sind i.d.R. nicht erforderlich.

### Fazit

Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass der Erhaltungszustand der lokalen Populationen der im Umfeld festgestellten Vogelarten durch Störungen nicht erheblich beeinträchtigt wird und somit der Verbotstatbestand gemäß § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG nicht eintritt.

### **Beschädigungsverbot (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG)**

Für den Fall, dass die PV-Anlage während der Brutzeit der Vögel aufgebaut wird, kommt es im Bereich der Montagefläche am Südufer zu einer Beanspruchung eines potenziellen Brutlebensraumes des Flussregenpfeifers. Da die Nutzung jedoch zeitlich begrenzt ist, steht der Art dort danach wieder ein Nisthabitat zur Verfügung. Außerdem werden durch den dortigen Abbau kontinuierlich neue Besiedlungsbereiche als Wanderbiotope geschaffen. Somit wird der Verbotstatbestand des § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG nicht ausgelöst.

### **6.3.2 Reptilien**

Auf der Montage- und Lagerfläche wurden keine Reptilien nachgewiesen. Aufgrund der vegetationsfreien Ausprägung und der Verdichtung durch häufiges Befahren bietet die Betriebsfläche der Fa. KBI ohnehin kein Besiedlungspotenzial für europarechtlich geschützte Arten (v.a. Zaun- und Mauereidechse).

### **6.3.3 Fledermäuse**

Da auf den Montage- und Lagerflächen keine Bäume existieren, erfolgt keine Beanspruchung möglicher Quartiere von Fledermäusen.

Da sämtliche Arbeiten ausschließlich tagsüber und somit ohne Beleuchtungsanlage stattfinden, ergeben sich keine entsprechenden Störungen. Die Funktionen von Gehölzbeständen als Leitlinien für Transferflüge sowie als essenzielle Nahrungshabitate, werden nicht beeinträchtigt. Somit werden die Verbotstatbestände des § 44 BNatSchG für die Fledermäuse nicht ausgelöst.

### **6.3.4 Amphibien**

Da die Montagefläche keine Gewässer aufweist, erfolgt keine Inanspruchnahme von potenziellen Laichgewässern.

### **6.3.5 Weitere europarechtlich geschützte Arten**

Aufgrund der Ausprägung bieten die terrestrischen Eingriffsbereiche kein Habitatpotenzial für andere europarechtlich geschützte Arten (FFH-Anhang IV-Arten).

### **6.3.6 National geschützte Arten**

Arten der Bundesartenschutz-Verordnung, die nicht zusätzlich im Anhang IV der FFH-Richtlinie aufgeführt sind, stellen „nur“ national besonders/streng geschützte Arten dar. Diese sind von den Verbotstatbeständen des § 44 BNatSchG freigestellt.

Zu den national streng geschützten Arten gemäß Bundesartenschutz-VO, die größeren Gewässer bzw. Seen besiedeln, gehören lediglich Fischotter, Edelkrebs, Östlicher Blaupfeil (Libellenart) und Abgeplattete Teichmuschel. Diese Arten sind jedoch in der Oberrheinebene sehr selten und es handelt sich größtenteils um vom Aussterben bedrohte Arten. Somit ist ein Vorkommen im Baggersee der Fa. KBI nicht zu erwarten. Auch bei einem Vorkommen erfolgt keine Beeinträchtigung, da diese Arten ausschließlich die Uferzone besiedeln und nicht von einer auf der offenen Seefläche befindlichen PV-Anlage betroffen sind.

Zu den Arten, die national besonders geschützt sind und Seen besiedeln, zählen einige Amphibienarten (u.a. Seefrosch, Teichfrosch), eine Reptilienart (Ringelnatter) und einige Libellenarten. Auch bei diesen liegt keine vorhabensbedingte Betroffenheit vor, da sie ebenfalls nur die aquatische Uferzone besiedeln und nicht den Freiwasserbereich (Pelagial) der PV-Anlage.

#### **6.4 Fazit**

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass unter Berücksichtigung der aufgeführten Vermeidungsmaßnahmen (s. auch Kap. 4.2) die artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände des § 44 BNatSchG durch die geplante schwimmende PV-Anlage auf dem KBI-See nicht ausgelöst werden.

## 7 Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen

Zur Vermeidung und Minimierung der Eingriffsfolgen sind folgende Maßnahmen erforderlich:

### Entfernen der Gehölzbestände außerhalb der Vogelbrutzeit (V 1)

An den Randbereichen der Montagefläche am Südufer sind auf den Böschungen einzelne junge Sukzessionsgehölze vorhanden. Sollte eine Entfernung der Gehölze erforderlich sein, erfolgt dieses außerhalb der Brutzeit der Vögel, d.h. von Anfang Oktober bis Ende Februar.

### Erfassung des Flussregenpfeifers auf der Montagefläche (V 2)

Für den Fall, dass die FPV-Anlage während der Brutzeit des Flussregenpfeifers (Anfang April bis Ende August) errichtet werden soll, sollte im Rahmen der ökologischen Baubegleitung geprüft werden, ob ein Vorkommen der Art auf der Montage- und Lagerfläche vorliegt, um ggf. Vermeidungsmaßnahmen durchzuführen.

## 8 Eingriffs-/Ausgleichsbilanz

Da die geplante FPV-Anlage auf einer offenen Seefläche errichtet wird und keine natur-schutzfachlich wertgebenden Unterwasser- und Uferlebensräume direkt beansprucht bzw. indirekt beeinträchtigt werden, erfolgt eine verbal-argumentative und schutzgutübergreifende Eingriffs-/Ausgleichsbilanz. Dazu werden nachfolgend zunächst die Ergebnisse aus der obigen Umweltprüfung zusammengefasst für die einzelnen Schutzgüter dargestellt.

### **Schutzgut Tiere und Pflanzen**

Die Eingriffsbeurteilung ergibt, dass die Anlage zu keinem Verlust an ufernahen Brutlebensräumen für die Wasservögel führt. Für den auf der offenen Seefläche fischjagenden Hau-bentaucher hat das Vorhaben eine Verkleinerung des Jagdlebensraumes zur Folge. Da der Verlust an Nahrungshabitaten für diese nur 14,6 % beträgt und ein ca. 79,3 ha großer See-körper dieser Tiergruppe weiter zur Verfügung steht, sind die Auswirkungen als gering bzw. nicht erheblich einzustufen. Darüber hinaus wird der Habitatverlust infolge der genehmigten abbaubedingten Erweiterungen des Sees mittelfristig wieder ausgeglichen. Weitere Beeinträchtigungen des limnologischen Seezustands sind nicht zu erwarten.

Gemäß dem gesonderten Fischgutachten wirken sich die vorhabensbedingte Beschattung und mögliche Änderungen bei der Primär- und Sekundärproduktion der Seefläche unerheblich auf die Fischfauna aus. Die wasserbedeckende Struktur der FPV-Anlage hat bei den Fischen auch kein Ausweich- oder Meideverhalten zur Folge. Vielmehr stellt die FPV-Anlage einen attraktiven Unterstand dar, der Schutz vor Fressfeinden bietet.

Aufgrund der uferfernen Lage der PV-Anlage treten Beeinträchtigungen der auf der lichtdurchfluteten Unterwasserböschung vorkommenden Wasserpflanzen nicht ein.

Obwohl von dem Vorhaben keine bzw. sehr geringe Auswirkungen ausgehen, sollen folgende Optimierungsmaßnahmen für Wasservögel und Fische auf dem Baggersee durchgeführt werden, um deren Lebensraumbedingungen dort zu verbessern:

#### Anlage von Brutinseln für Wasservögel (A 1)

Insbesondere für Haubentaucher und Blässhühner stellen uferferne Brutmöglichkeiten auf ein Gewässer bevorzugte Niststandorte dar, da sie Schutz vor Prädatoren bieten. So berichten HÖLZINGER & BAUER (2011) von einer schlagartigen Erhöhung von genutzten Brutplätzen, nachdem viele Pappeln bei einem Sturm in einem Baggersee geworfen wurden und geeignete Niststrukturen geschaffen wurden. Um das Angebot an uferfernen Nistmöglichkeiten für Wasservögel an dem Baggersee zu erhöhen, sollen sechs künstliche Brutinseln angelegt werden. Da es sich bei diesen um keine gebräuchlichen Vorrichtungen handelt, können derzeit noch keine Angaben zur Art der Konstruktion und Befestigung der Brutinseln gemacht werden. Eine Möglichkeit besteht darin, eine Brutinsel mittels zweier junger, ca. 10-15 m langer Bäume herzustellen, die vom Ufer aus ins Gewässer gelegt werden, sodass das Geäst beider Kronen zusammen eine Befestigungsmöglichkeit für die Wasservögel bildet. Damit keine direkte Zugänglichkeit zur Baumkrone für Prädatoren gegeben ist, soll sich der Stammbereich unter Wasser befinden. Eine Alternative zu den Bäumen stellt die Anlage von kleineren schwimmenden, am Seeboden verankerten Brutplattformen in Ufernähe dar.

Aufgrund der Nistplatzkonkurrenz zwischen Haubentaucher und Blässhuhn sollten an einem Uferabschnitt jeweils zwei nah beieinander liegende Brutinseln installiert werden.

#### Installation von Körben für Fische unter der FPV-Anlage (A 2)

Entsprechend eines Vorschlages der Höheren Fischereibehörde des Regierungspräsidiums Karlsruhe zu einer anderen schwimmenden PV-Anlage sollen zur Schaffung von Fischunterständen und Laichstrukturen einige großvolumige Körbe mit hohen Lückensystemen unter der Anlage bzw. direkt unter der Wasserlinie angebracht werden (s. Abb. 18). Eine derartige Maßnahme zur Installation von Körben („Biohuts“) wurde bei einer PV-Anlage in den Niederlanden durchgeführt (s. ECOCEAN o.J.).

Es sollen insgesamt zehn Fischkörbe installiert werden. Sollte im Rahmen des geplanten Monitorings (s. Kap. 10) ein zusätzlicher Bedarf ermittelt werden, können weitere Körbe installiert werden. Der finanzielle Aufwand für diese Maßnahme umfasst nicht nur Material- und Montagekosten, sondern gemäß den Erfahrungen in den Niederlanden auch die späteren Wartungs- und Monitoringkosten.



**Abb. 18:** Unter einer FPV-Anlage angebrachte Gitterkörbe für Fische (Quelle: BayWa)

Die temporär zu beanspruchenden Lager- und Montageflächen auf einer genehmigten Abbaufäche am Südufer zeichnet sich aktuell durch eine nahezu vegetationsfreie Rohbodenfläche aus. Auf dieser bestand im Kartierjahr 2023 Brutverdacht für den Flussregenpfeifer (RL-BW V). Weitere Arten wurden aufgrund des geringen Besiedlungspotenzials nicht festgestellt. Nach der temporären Nutzung als Lager- und Montagefläche steht dieser Bereich bis zum Abbau wieder als Lebensraum zur Verfügung.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die geplante PV-Anlage keine und bei einigen Aspekten sehr geringe bzw. unerhebliche Beeinträchtigungen des Schutzguts Tiere und Pflanzen zur Folge hat.

### **Schutzgut Wasser**

Das limnologische Gutachten kommt zusammenfassend zum Ergebnis, dass für keinen der untersuchten Parameter, sowohl bei Betrachtung der Situation während des Kiesabbaus sowie auch für die Situation nach Einstellung des Kiesabbaus, eine Erheblichkeitsschwelle überschritten wurde. Es treten keine relevanten negativen Auswirkungen auf die Qualität und Quantität des Wassers auf.

Als Folge der geplanten PV-Anlage ergeben sich in Bezug auf die mit der Klimaveränderung zu erwartende künftige Erwärmung positive Effekte, da insbesondere durch die Verschattung eine Verringerung der Wassertemperaturen im See möglich ist. Außerdem gehen die Verdunstungsverluste über die Seeoberfläche zurück.

Da keine Beeinträchtigung des limnologischen Zustandes des Baggersees eintritt, überwiegen in der Gesamtbetrachtung die positiven Auswirkungen.

### **Schutzgut Landschaft**

Die geplante PV-Anlage führt zwar zu einer nicht vermeidbaren Beeinträchtigung des Landschaftsbildes, die jedoch aufgrund der sehr geringen Sichtbarkeit nicht als erheblich einzustufen ist.

### **Sonstige Schutzgüter**

Bei den Schutzgütern Mensch, Boden, Fläche und Kultur-/Sachgüter treten keine Beeinträchtigungen auf. Beim Schutzgut Klima/Luft treten auch positive Effekte auf.

### **Bilanzierung**

Eine zusammenfassende Übersicht der obigen schutzgutbezogenen Bewertung ist in der nachfolgenden Tabelle 10 enthalten. In einer schutzgutübergreifenden Gesamtbetrachtung ergeben sich für das Vorhaben somit keine Beeinträchtigungen. Ein konkreter Ausgleichsbedarf lässt sich somit nicht ableiten.

**Tab. 10:** Zusammenfassende Bewertung der Schutzgüter

Schutzgut	Einzelbewertung	Gesamtbewertung
Tiere u. Pflanzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kein Verlust an ufernahen Brutlebensräumen für Wasservögel</li> <li>• kein relevanter Verlust an Wasserfläche für Haubentaucher u. andere Wasservögel</li> <li>• Anlage von Brutinseln für Wasservögel</li> <li>• Ggf. temporärer Lebensraumverlust für den Flussregenpfeifer im Bereich der Montagefläche</li> <li>• Unerhebliche Auswirkungen auf Fische durch Beschattung und mögliche Änderungen bei der Primär- und Sekundärproduktion</li> <li>• Kein Ausweich- oder Meideverhalten der Fische, sondern Nutzung als schützender Unterstand</li> <li>• Installation von Fischkörben</li> </ul>	keine oder sehr geringe bzw. unerhebliche Beeinträchtigung
Wasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein Überschreiten der Erheblichkeitsschwelle für keinen der untersuchten Parameter</li> <li>• keine negativen Auswirkungen auf die Qualität und Quantität des Wassers</li> <li>• positive Wirkung, da durch die Verschattung eine Verringerung der Wassertemperatur möglich ist und somit die Auswirkungen des Klimawandels verringert werden</li> </ul>	Positive Auswirkung
Landschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beeinträchtigung des Landschaftsbildes, aber geringe Sichtbarkeit</li> </ul>	gering bzw. nicht erheblich
Mensch, Boden, Fläche, Klima/Luft und Kultur-/Sachgüter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Beeinträchtigungen</li> </ul>	Keine Beeinträchtigung

## 9 Planungsalternativen

Die einzige Planungsalternative bestünde in der Nichtdurchführung der Eingriffe und der Erhaltung des Status Quo. Somit würden keine Eingriffe in Natur und Landschaft stattfinden und die positiven Aspekte insbesondere auf eine nachhaltige klimaschonende und unabhängige Energieerzeugung nicht zum Tragen kommen.

## 10 Sonstige Angaben

### Methodik der Umweltprüfung

Die Beschreibung der Situation vor Ort beruht auf eigenen Geländebegehungen in den Jahren 2022 und 2023 zum Schutzgut Tiere und Pflanzen sowie zum Landschaftsbild. Des Weiteren wurden Informationen des Daten- und Kartendienstes der LUBW Baden-Württemberg ([www. http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/](http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/)) und der Auswertung verfügbarer Unterlagen berücksichtigt.

### Maßnahmen zur Überwachung der Auswirkungen

Bei schwimmenden PV-Anlagen handelt es sich zumindest in Deutschland bislang noch um eine neue Anwendung zur Energieerzeugung. Dementsprechend liegen vergleichsweise geringe Kenntnisse zu den konkreten Auswirkungen der Anlagen insbesondere auf die Limnologie der Gewässer und Wasservögel vor. Um die oben prognostizierten Umweltauswirkungen der geplanten PV-Anlage auf dem KBI-See zu überprüfen, wird ein Monitoring durchgeführt. Der Untersuchungsumfang orientiert sich an die Vorgaben des Landratsamtes Rastatt zum Monitoring, die in der wasserrechtlichen Genehmigung zur Anlage einer schwimmenden PV-Anlage auf dem Baggersee der Fa. Stürmlinger in Durmersheim enthalten sind.

Dementsprechend umfasst das Monitoring an dem KBI-See u. a. limnologische Untersuchungen, deren Inhalte bereits im Kap. 2.6.2 zum Schutzgut Wasser vorgestellt wurden.

Zusätzlich findet im Rahmen einer ökologischen Baubegleitung ein naturschutzfachliches Monitoring statt, das folgenden Ablauf beinhaltet:

- Durchführung eines Monitorings zu den Vögeln und Fischen vor Errichtung der PV-Anlage zur Erfassung eines Referenzwertes. Das Monitoring kann entfallen, wenn der Beginn der Baumaßnahme nicht später als drei Jahre nach Erstellung der Antragsunterlagen stattfindet.
- Durchführung eines Monitorings zu den Wirkungen der Anlage und der Ausgleichsmaßnahmen auf Vögel und Fische im ersten und zweiten Jahr nach Errichtung der PV-Anlage.
- Durchführung eines Monitorings zu den Auswirkungen der Anlage auf Wasservögel (Brut- u. Rastvögel), Fledermäuse, Fische, Muscheln, Makrozoobenthos im achten Jahr nach Errichtung der PV-Anlage.

## **11 Gesamtbewertung**

Der vorliegende Umweltbericht kommt zusammenfassend zum Ergebnis, dass im Zuge der Umformung und Umnutzung der Eingriffsfläche die Schutzgüter Tiere, Pflanzen, Fläche, Boden, Wasser, Landschaft, Klima, Mensch, Kultur- und Sachgüter weder durch direkte oder indirekte, noch durch sekundäre, kumulative, grenzüberschreitende, mittel- oder langfristige, ständige oder vorübergehende negative Auswirkungen erheblich beeinträchtigt werden.

## **12 Allgemeinverständliche Zusammenfassung**

### **12.1 Inhalte und Ziele des Bebauungsplans**

Die Gemeinde Iffezheim hat die Aufstellung des Bebauungsplans *Schwimmende Photovoltaikanlage Kernsee auf der Hardt* beschlossen. Hintergrund dazu stellt die Absicht der SPV Solarpark 124. GmbH & Co.KG dar, auf dem Baggersee der KBI Kieswerk und Baustoff-Industrie Kern GmbH & Co. KG (im Folgenden KBI) eine schwimmende PV-Anlage zu errichten (s. Anl. 1).

Die geplante FPV-Anlage ist unterteilt in eine Eigenverbrauchsanlage (voraussichtlich 3,22 MWp), mit der das Kieswerk der Fa. KBI versorgt werden soll, und in eine Volleinspeiser-Anlage (voraussichtlich 23,59 MWp), deren Erträge in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden. Der Betrieb der Anlage ist momentan auf 30 bis 35 Jahre angesetzt.

Die geplante FPV-Anlage befindet sich im westlichen Teil des Baggersees (s. Anlage 1). Sie besitzt eine Größe von maximal 13,6 ha und nimmt maximal 14,6 % der aktuellen Seefläche (ca. 93 ha) ein. Die gemäß § 36 Abs. 3 Wasserhaushaltsgesetz zulässige Gesamtgröße von max. 15 % eines Gewässers wird eingehalten.

Der hier vorgelegte Umweltbericht behandelt die in § 2a Baugesetzbuch (BauGB) sowie in der Anlage des Gesetzes aufgeführten Anforderungen an die Umweltprüfung.

### **12.2 Schutzgutbezogene Umweltprüfung**

#### **12.2.1 Schutzgut Boden**

##### **Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Die zur Zwischenlagerung der Bauteile und für die Montage der FPV-Anlage vorgesehene Fläche wird zukünftig zur Rohstoffgewinnung abgebaut. Im Vorgriff zum Abbau wurde die Fläche bereits beräumt und der Oberboden abgetragen, sodass dort nur *Lockergesteinsrohböden (Syroseme)* anstehen, die nach der Nutzung als Montagefläche als Rohstoff abgebaut werden.

Die Verlegung der Kabeltrasse der Eigenversorgungsanlage bis zur Übergabestation im Kieswerk erfolgt auf den Betriebsflächen, die bereits durch Trockenabbau und die langjährige Nutzung (ständige Befahrung und Nutzung als Lagerflächen) stark geprägt ist. Auf der Fläche stehen keine ungestörten Böden mehr an, sondern ebenfalls nur *Lockergesteinsrohböden (Syroseme)*. Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit sind die *Lockergesteinsrohböden* nur als *geringwertig* einzustufen.

### **Eingriffsbeschreibung und -bewertung**

Innerhalb des Geltungsbereichs, der sich ausschließlich auf einen Teil der Wasserflächen des Baggersees erstreckt, ist das Schutzgut Boden durch das geplante Vorhaben nicht betroffen.

Weder durch die Montage der FPV-Anlage noch durch die Verlegung des Stromkabels für die Eigenversorgungsanlage vom Seeufer bis zum Einspeisepunkt auf der Kieswerksfläche erfolgt ein Eingriff in ungestörte Böden.

Insgesamt betrachtet ergibt sich aus dem geplanten Vorhaben keine relevante Beeinträchtigung des Schutzgutes Boden.

## **12.2.2 Schutzgut Wasser**

### **Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Das Schutzgut Wasser wird in einem eigenständigen umfangreichen limnologischen Gutachten abgehandelt (s. Anhang 3). Danach weist der Baggersee der Fa. KBI im Istzustand keine Belastungen oder Negativentwicklungen auf.

### **Eingriffsbeschreibung und -bewertung**

Erhebliche Auswirkungen durch stoffliche Einträge können aufgrund der Eigenschaften der eingesetzten Betriebsmittel und der getroffenen Sicherheitsvorkehrungen ausgeschlossen werden.

Relevante Auswirkungen auf die limnologischen Verhältnisse und damit auch auf das aus dem See abfließende Grundwasser sind für den betrachteten Überdeckungsgrad von 14,6 % der Seefläche nicht zu erwarten. Die deutlichste vorhabensbedingte Änderung ist eine Reduzierung der Seewasserverdunstung. Dies wird vom Gutachter vor dem Hintergrund der zu erwartenden Temperaturerhöhung infolge des Klimawandels jedoch positiv gewertet, da damit eine Erhöhung der Grundwasserneubildung verbunden ist. Der Gutachter kommt daher zu dem Schluss, dass die geplante FPV-Anlage uneingeschränkt im Baggersee ohne nachteilige Effekte errichtet werden kann.

Da keine Auswirkungen auf die Qualität und Quantität des Wassers gegeben sind, sind auch die Bewirtschaftungsziele der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) nicht durch das geplante Vorhaben betroffen. Das Verschlechterungsverbot nach der WRRL wird eingehalten.

Ein Teil der geplanten FPV-Anlage erstreckt sich bis in die Schutzzone IIIB des Wasserschutzgebiet *WWK Ottersdorf*. Da keine Auswirkungen auf die limnologischen Verhältnisse und die Wasserqualität gegeben sind, sind auch Beeinträchtigungen des Grundwassers sowie der Trinkwassergewinnung auszuschließen.

### **12.2.3 Schutzgut Klima und Luft**

#### **Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Die Seefläche erfüllt eine abdämpfende Ausgleichsfunktion im Temperaturhaushalt. Über einer Seefläche wird im Gegensatz zur Landfläche die aus der Umgebung herangeführte Luft am Tage bzw. im Sommer abgekühlt, in der Nacht bzw. im Winter hingegen erwärmt.

Nach der Klimaanalyse für die Region Mittlerer Oberrhein (INGENIEURBÜRO LOHMEYER 2009) erfüllt der Baggersee keine lokalklimatisch wertvolle Funktion. Die ausgleichende Funktion der Wasserfläche ist für die Temperaturverhältnisse in den benachbarten Siedlungsbereichen von geringer Bedeutung.

Die geplanten Lager- und Montageflächen auf einer bereits für den Abbau vorbereiteten Fläche zeichnen sich durch vegetationsarme Rohböden aus, die sich schneller erwärmen und auskühlen als vegetationsbestandene Flächen. Sie sind daher für die lokalklimatischen Verhältnisse von nachrangiger Bedeutung.

#### **Eingriffsbeschreibung und -bewertung**

Mit der Errichtung der FPV-Anlage werden ca. 14,6 % der Wasserfläche des bestehenden Baggersees überdeckt. Die Überdeckung hat keinen maßgeblichen Einfluss auf den Niederschlagseintrag. Durch die Beschattung reduzieren sich jedoch die Wassertemperatur und die Windgeschwindigkeiten über der Wasserfläche. Nach der Modellprognose des limnologischen Gutachtens resultiert als einzige relevante Änderung aus dem Vorhaben eine Abnahme der Seewasserverdunstung. Diese wird jedoch als positiv im Hinblick auf die Klimaänderungen bewertet. Die Gesamtauswirkung auf die klimasteuernden Funktionen des Sees kann als unerheblich eingestuft werden.

#### Bioklimatische Auswirkungen

Weder aus der im Rahmen des limnologischen Gutachtens durchgeführten Literaturlauswertung und noch aus der Modellprognose zu Einflüssen einer Überdeckung von Seeflächen können maßgebliche Auswirkungen auf die bioklimatischen Verhältnisse im Umfeld des Sees abgeleitet werden.

#### Vorhabensbedingte Auswirkungen auf die CO<sub>2</sub>-Reduktion

Mit der Errichtung und dem Betrieb der PV-Anlage wird eine erneuerbare Energiequelle nutzbar gemacht und die Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern substituiert. Dadurch trägt das Vorhaben deutlich zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und somit auch zur Minderung des durch die Treibhausgasfreisetzung bedingten Klimawandels bei.

Die geplante Anlage ist für eine Gesamtleistung von voraussichtlich 26,81 MWp ausgelegt. PV-Anlagen in Deutschland erzeugen im Mittel ca. 1000 kWh pro kWp installierter Leistung. Damit ist im Mittel rechnerisch eine Produktion von ca. 26.810.000 kWh/a zu erwarten.

Das Umweltbundesamt (2023) gibt für die spezifische Treibhausgasbilanz von Photovoltaik einen Netto-Vermeidungsfaktor von 684 g CO<sub>2</sub>-eq./kWh an. Daraus ergibt sich eine überschlägig ermittelte Reduktion der Treibhausgasemissionen von ca. 18.340 t CO<sub>2</sub>-eq. pro Jahr.

#### **12.2.4 Schutzgut Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt**

##### **Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Bei der Erfassung der Wasserpflanzenvegetation wurden sieben Arten nachgewiesen, darunter eine Art der Vorwarnliste (s. Anhang 4). Die Wasserpflanzen kommen bis zu einer Seetiefe von maximal 8 m vor. Der Baggersee weist insgesamt eine mittlere Bedeutung für Wasserpflanzen auf.

Die aktuelle Fischfauna setzt sich gemäß der Fangstatistik des Anglerclubs und einer Untersuchung an fünf Standorten aus 16 Arten zusammen. Zwei seetypische Arten stehen auf der Vorwarnliste. Die Fischfauna im Gewässer setzt sich überwiegend aus anspruchslosen Arten zusammen. Dem Gewässer wird für die regionale wie die potenzielle natürliche Fischfauna aktuell eine mittlere Bedeutung zugewiesen.

Im Rahmen der Wasservogel-Untersuchung wurden auf dem gesamten Baggersee mit Haubentaucher (2-3 Brutpaare), Stockente (1 Brutpaar, RL-BW V), Blässhuhn (3 Brutpaare), Höckerschwan (1 Brutpaar) und Nilgans (1 Brutpaar) fünf Brutvogelarten (Arten mit Brutnachweis u. Brutverdacht) festgestellt. Aufgrund der generell großen Uferabstände der geplanten FPV-Anlage von mindestens 80 m befinden sich die Reviere in größerer Entfernung zur Anlage. Ein vermutetes Stockenten-Brutrevier am Südufer ist mindestens 180 m von der geplanten PV-Anlage entfernt.

Der überwiegende Teil der Wintervögel befand sich in der östlichen Hälfte des Sees abseits der geplanten FPV-Anlage, die größtenteils ungestört vom Werkverkehr liegt und von Verlandungsvegetation geprägt ist.

Auf der für Lagerung und Montage vorgesehenen Betriebsfläche wurden nur bei einer Begehung zwei Flussregenpfeifer (RL-BW V) beobachtet. Aufgrund der Habitategnung der dort aktuell vorhandenen sandig-kiesigen Rohbodenfläche ist jedoch von einer potenziellen Brutnutzung auszugehen. Ein Nachweis von Amphibien und Reptilien erfolgt aufgrund fehlender Lebensraumeignung nicht.

Die zur Verlegung des Stromkabels für die Eigenversorgung des Kieswerks vorgesehenen Bereiche erstrecken sich ausschließlich auf die Betriebsflächen am Nordufer und sind durch intensiv befahrende, vegetationsfreie Wege und Plätze gekennzeichnet. Vor dem Hintergrund dieser Nutzung liegt keine Lebensraumeignung vor.

Die Kabeltrasse für die Einspeisung des erzeugten Stroms aus der Volleinspeiser-Anlage in das öffentliche Stromnetz ist noch nicht abschließend festgelegt und gesichert. Diese erfolgt über ein separates Genehmigungsverfahren. Die entsprechende Kabeltrasse wird hier daher nicht betrachtet.

## **Eingriffsbeschreibung und -bewertung**

Durch den Mindestabstand der geplanten PV-Anlage von mehr als 90 m zum Ufer tritt eine maßgebliche Beschattung der Wasserpflanzen-Bestände am Ufer bzw. der ufernahen Unterwasserböschungen nicht ein.

Eine erhebliche Beeinträchtigung der Fischfauna ist nicht zu erwarten, da durch die vorhabensbedingte Beschattung der Seefläche die pflanzliche Produktion als Nahrungsquelle für die Fische nicht maßgeblich verringert wird und die im Gewässer vorkommenden Fischarten sich nicht nur rein pflanzlich ernähren, sondern auch vom Zooplankton. Um den Fischen dort attraktive Versteckmöglichkeiten zu bieten, sollen unterhalb der Anlage ca. 10 Fischkörbe installiert werden.

Da die geplante Anlage einen ausreichenden Abstand zum Ufer einhält, tritt ein Lebensraumverlust der angrenzend brütenden Wasservögel (v.a. Haubentaucher, Stockente) durch eine Verkleinerung der vorgelagerten Seefläche nicht ein.

Für die sich überwiegend in Ufernähe aufhaltenden Wasservogelarten stellt die vorhabensbedingte Verkleinerung nur eine sehr geringe bzw. nicht erhebliche Auswirkung auf überwinternde und rastende Wasservögel dar.

Nahrungshabitate der Fledermäuse werden nicht beeinträchtigt, da die Uferzone im Vergleich zur offenen Seefläche eine weitaus größere Insektdichte aufweist und die PV-Anlage aufgrund der uferfernen Lage den bevorzugten Jagdlebensraum der Fledermäuse nicht verändert.

Negative Störwirkungen auf die im Umfeld vorhandenen Tiere im Rahmen der Baumaßnahmen ergeben sich nicht, da die bei den Montagearbeiten auftretenden Schallemissionen vergleichsweise gering sind. Da die Baumaßnahmen ausschließlich tagsüber stattfinden und keine Beleuchtungsanlagen installiert werden, treten keine störungsrelevanten Lichtemissionen auf.

Auf der geplanten Montage- und Lagerfläche am Südufer sind aufgrund der vegetationsarmen Ausprägung keine geeigneten Brutlebensräume vorhanden. Für Wartungsarbeiten erfolgt der Zugang zur gesamten FPV-Anlage über die Betriebsfläche des Kieswerks der Fa. KBI. Der Großteil der Anlagenkontrolle findet über Fernüberwachung statt. Regelmäßige Reinigungsarbeiten sind nicht erforderlich. Aufgrund des großen Uferabstandes von über 80 m sind auch bei aufwendigen bzw. länger andauernden Instandsetzungsarbeiten während der Brutzeit keine erheblichen Störungen von Wasservögeln zu erwarten. Bei der Verankerung der FPV-Anlage ist eine Rammung in den Seegrund erforderlich. Eine Beeinträchtigung der Fische durch die dabei entstehenden Vibrationen und Schallemissionen ist nicht zu erwarten, da diese in der Lage sind, auf ruhigere Gewässerbereiche auszuweichen.

Im Bereich der geplanten Lager- und Montagefläche am Südufer bestand 2023 auf der dort vorhandenen sandig-kiesigen Rohbodenfläche ein Brutverdacht für den Flussregenpfeifer (RL-BW V). Für den Fall, dass die FPV-Anlage während der Brutzeit errichtet werden soll, wird im Rahmen einer ökologischen Baubegleitung geprüft, ob eine Besiedlung der Montage- und Lagerfläche durch den Flussregenpfeifer vorliegt und welche Vermeidungsmaßnahmen ggf. durchzuführen sind.

Für den Transport der Anlagenteile werden bestehende Wege genutzt, die kein Habitatpotenzial aufweisen. Eine Erweiterung der Wege ist nicht erforderlich.

Die geplante Kabeltrasse für die Eigenversorgung auf der Betriebsfläche am Nordufer besitzt aufgrund der intensiven Nutzung kein Lebensraumpotenzial.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich vorhabensbedingt nur sehr geringe bis geringe Auswirkungen ergeben und keine erheblichen Beeinträchtigungen des Schutzguts Tiere und Pflanzen auftreten. Die geplante PV-Anlage führt nicht zu negativen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt

### **12.2.5 Schutzgut Landschaft**

#### **Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Der Baggersee der Fa. KBI stellt infolge der anthropogenen Entstehung und der tieferen Lage im Gelände ein naturraumfremdes Landschaftselement dar. Aufgrund der insbesondere im Nordosten und Osten vorhandenen Verlandungsvegetation mit Schilfröhrichten und Gehölzen entlang der Ufer besitzt das Gewässer jedoch den zumindest teilweise optischen Charakter eines naturnahen Biotops. Die große Wasserfläche, die tiefe Lage im Gelände und die vor allem am Süd- und Südostufer durch Abbau vorhandenen vegetationsarmen Uferzonen weisen dennoch weiterhin auf den menschengemachten Ursprung hin.

Während eine *Vielfalt* der Landschaftsausprägung im eigentlichen Vorhabensbereich aufgrund der offenen Seefläche nicht gegeben ist, besteht diese teilweise bei Betrachtung eines größeren Raumausschnitts. Im Westen der Abbaustätte befindet sich eine gehölz- und somit strukturarme Feldflur. Der Bereich südlich und südöstlich des Sees wird dagegen überwiegend von einem Waldgebiet eingenommen. Im Norden bzw. Nordosten liegen die Kieswerksgelände der Fa. KBI sowie der Fa. Peterbeton. Auf der anderen Seite der dort verlaufenden Kreisstraße K 3760 erstreckt sich der Baggersee der Fa. EKS und der Fa. Peterbeton. Über die Seefläche im Nordosten des Kern/Peter-Sees verläuft eine größere Freileitung. Östlich des Baggersees verläuft die Bundesautobahn A5 in ca. 1.500 m Entfernung zum geplanten Anlagenstandort.

Eine naturraumtypische *Eigenart* der Landschaft ist aufgrund der stellenweise anthropogenen Überformung nur bedingt gegeben. Kulturhistorische Nutzungsformen sind nicht vorhanden.

Das Kriterium der *Schönheit* wird aufgrund der anthropogenen Überformung nur eingeschränkt erfüllt. Durch die mittlerweile naturnahe Ausprägung der Ufer v.a. in der Osthälfte des Baggersees und dem dort angrenzenden Waldgebiet kann diesem Landschaftsausschnitt jedoch eine Schönheit zugesprochen werden.

Eine Ausweisung als Landschaftsschutzgebiet liegt für den Planungsraum nicht vor.

### **Eingriffsbeschreibung und -bewertung**

Als technisches bzw. naturfremdes Element in der freien Landschaft beeinträchtigt die geplante FPV-Anlage das Landschaftsbild. Aufgrund des Kieswerks und des hohen Grundwasserflurabstandes (Abstand zwischen Wasserfläche und Geländehöhe oberhalb der Abbauböschung) von mehreren Metern und der damit verbundenen tieferen Lage des Baggersees ist jedoch grundsätzlich eine sehr geringe Einsehbarkeit auf das Gewässer gegeben. Die Werkseinfriedung sowie die im oberen Bereich der ehemaligen Abbauböschung vorhandenen Gehölze verhindern zusätzlich eine Sichtbarkeit auf den Vorhabensbereich. So ist der See von außen kaum zu erkennen. Aufgrund der umgebenden Landwirtschaftsflächen im Westen und des Gemeindewaldes im Osten und Süden liegt außerdem eine geringe Frequentierung durch die Bevölkerung vor. Von der südöstlich gelegenen Autobahn A5 und dem Siedlungsbereich von Iffezheim im Nordwesten ist das Gewässer aufgrund der eingetieften Lage sowie des Gemeindewaldes nicht zu sehen.

Eine öffentliche Zugänglichkeit zum Seeufer mit einer direkten Sicht auf den Vorhabensbereich ist aufgrund der Umzäunung der Betriebsfläche nicht möglich. Die älteren Uferzonen im Nordosten und Osten des Gewässers weisen mehrere Angelstellen auf, von denen ein ungehinderter Blick auf den See und somit auf den Vorhabensbereich gegeben ist. Es liegt keine Nutzung der offenen Seefläche durch Segler und Surfer vor. Ein offiziell ausgewiesener Badestrand existiert am Gewässer nicht.

Da die für den Baggersee vorgesehene FPV-Anlage größtenteils nur etwa 0,9 m über die Gewässeroberfläche ragt, werden vom Seeufer aus die höher gelegenen Uferbereiche (v.a. Gehölzbestände) weiterhin überwiegend sichtbar sein. Bei den wenigen Standorten oberhalb der Abbauböschungen, die eine Sicht auf das Gewässer ermöglichen, wird eine FPV-Anlage aufgrund des höherliegenden Standorts als größere, seebedeckende Fläche erscheinen.

Aufgrund der Winkel der PV-Module ist eine Blendwirkung auszuschließen.

### **12.2.6 Schutzgut Fläche**

#### **Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Der mit der Errichtung der PV-Anlage beanspruchte Bereich erstreckt sich größtenteils auf die offene Seefläche, die vor allem eine Bedeutung als Wasserlebensraum für Pflanzen und Tiere besitzt.

Die Montage der schwimmenden Anlage erfolgt außerhalb des Geltungsbereichs auf genehmigten Abbaufächen der Fa. KBI, welche im Vorgriff zum Abbau bereits beräumt wurden und eine geringe Bedeutung für das Schutzgut Fläche aufweisen.

Die zur Verlegung des Stromkabels für die Eigenversorgung des Kieswerks vorgesehenen Bereiche erstrecken sich ausschließlich auf die Betriebsflächen, die durch ihre intensive Überprägung (Befahrung, Nutzung als Lagerfläche) ebenfalls eine geringe Bedeutung für das Schutzgut Fläche auf.

### **Eingriffsbeschreibung und -bewertung**

Aus der Nutzung der Seefläche ergeben sich keine relevanten Änderungen der gewässer-ökologischen und limnologischen Verhältnisse (s. Schutzgut Wasser). Auch die bestehenden Nutzungen des Oberflächengewässers werden durch das geplante Vorhaben nicht maßgeblich beeinträchtigt.

Zur Montage der FPV-Anlage werden über einen begrenzten Zeitraum bereits beräumte Abbauflächen Bereiche der intensiv überprägten Betriebsfläche der Fa. KBI genutzt. Dadurch sind weder ungestörte Böden betroffen, noch kommt es zu einer Versiegelung von Flächen.

### **12.2.7 Schutzgut Mensch und seine Gesundheit**

#### **Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Der Flächennutzungsplan (FNP) der der Verwaltungsgemeinschaft Rastatt weist in seiner dritten Änderung mit Stand vom April 2019 weist die Seefläche auf Iffezheimer Gemarkung als *Baggersee* und als *Konzessionsfläche* für den Rohstoffabbau aus. Mit dem laufenden Abbau des Rohstoffs Kies und dessen Aufbereitung vor Ort nimmt der Standort eine hohe Bedeutung für die Funktion Arbeit ein.

Der Baggersee unterliegt neben der Rohstoffgewinnung weiteren Nutzungen. So wird das Gewässer auf der Iffezheimer Gemarkung vom *AKI Anglerkameradschaft Iffezheim e.V.* und auf der Baden-Badener Gemarkung vom *Angelsportverein Sandweier 1966 e.V.* fischer-eilich genutzt. Des Weiteren entnehmen mehrere Landwirtschaftsbetriebe dem Baggersee Wasser zur Bewässerung ihrer Anbauflächen.

#### **Eingriffsbeschreibung und -bewertung**

Aufgrund der räumlichen Nähe von Arbeitsbereichen des Kieswerks stehen die Vorkehrungen zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit des Menschen im Vordergrund der nachfolgenden Eingriffsbewertung.

Der Kiesabbau kann parallel zum Betrieb der geplanten PV-Anlage weiterhin erfolgen, ohne dass es zu einer gegenseitigen Beeinträchtigung kommt.

Durch die Lage des Vorhabens im Freiwasserbereich und nur eine geringe terrestrische Flächenbelegung, ausschließlich im Bereich des Betriebsgeländes, werden Konflikte mit anderen Nutzungen vermieden. Sowohl die *Anglerkameradschaft Iffezheim e.V.* als auch der landwirtschaftliche Betrieb, der Gewässer auf der Iffezheimer Gemarkung aus dem Baggersee entnimmt, sind über das geplante Vorhaben informiert und haben der Errichtung der geplanten FPV-Anlage zugestimmt.

Durch eine engmaschige Überwachung und Wartung der Anlage und den getroffenen Vorkehrungen für den Havariefall sowie gegen Feuer, Stromschlag und Vandalismus können die Eintrittswahrscheinlichkeit eines größeren Schadens sowie einer Gefährdung von Mensch und Umwelt minimiert werden.

Bei der geplanten PV-Anlage stellt mit Ausnahme des Transformatorenöls eine betriebsmittelfreie Anlage dar. Bei dem Transformatorenöl handelt es sich um pflanzenölester-basiertes Öl, welches biologisch abbaubar ist und als nicht toxisch für Wasserorganismen eingestuft wird. Zusätzlich wird einer Freisetzung des Öls durch Auffangwannen und der Ausgestaltung der TrafoblöÙe entgegengewirkt.

Mit einem Eintrag von wasser- oder gesundheitsgefährdenden Stoffen in den See durch die Errichtung oder den Betrieb der Anlage ist nicht zu rechnen. In Abriebtests wurde nachgewiesen, dass ein relevanter Eintrag von Mikroplastik in den Baggersee auszuschließen ist. Auch aus der Oberflächenbeschichtung der Stahlelemente wird deutlich weniger Zink abgetragen als aus konventionell beschichteten Elementen.

Einer Gefährdung der menschlichen Sicherheit und Gesundheit wird durch zahlreiche Vorkehrungen, durch das Anlagendesign sowie durch die Auswahl geeigneter Materialien begegnet.

Insgesamt sind keine maßgeblichen negativen Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch und die menschliche Gesundheit zu besorgen.

## **12.2.8 Schutzgut Kultur- und Sachgüter**

### **Bestandsbeschreibung und -bewertung**

Die geplante FPV-Anlage wird auf der Wasserfläche des Baggersees der Fa. KBI installiert. Kultur- oder Sachgüter sind dort nicht vorhanden.

Im terrestrischen Bereich ist nur die Verlegung der Kabeltrasse auf den Flächen des Kieswerks vorgesehen. Dort bestehen ausschließlich betriebliche Infrastruktureinrichtungen und Anlagen der Fa. KBI.

Kulturgüter kommen im Vorhabensbereich nicht vor. Das Antreffen von Bodendenkmalen wird als unwahrscheinlich eingeschätzt, da im Zuge der bisherigen Nutzung der Kieswerksfläche der Oberboden bereits entfernt wurde und der Oberboden der geplanten Montagefläche bereits im Vorgriff zum geplanten Rohstoffabbau abgetragen wurde.

### **Eingriffsbeschreibung und -bewertung**

Da keine Kultur- und Sachgüter auf der Seefläche bestehen, findet kein entsprechender Eingriff statt.

Die geplante Kabeltrasse von der FPV-Anlage zum Einspeisepunkt im Kieswerk wird so angelegt, dass die betrieblichen Anlagen und Infrastruktureinrichtungen der Fa. KBI nicht beeinträchtigt werden. Es erfolgt kein vorhabensbedingter Eingriff in Sachgüter.

Sollten bei der Durchführung der Erdarbeiten wider Erwarten archäologische Funde oder Flurdenkmale entdeckt werden, werden diese der zuständigen Denkmalschutzbehörde umgehend gemeldet.

### **12.2.9 Wechselwirkungen**

Über die direkten vorhabensbedingten Auswirkungen auf die genannten Schutzgüter hinaus, können zusätzliche Effekte infolge von Wechselwirkungen zwischen den Einzelschutzgütern entstehen. Im vorliegenden Fall ergeben sich, wie in den vorausgegangenen Kapiteln ausgeführt, jedoch nur geringfügige Auswirkungen auf die einzelnen Schutzgüter. Diese geringfügigen Auswirkungen sind nicht geeignet, um Wechselwirkungen mit erheblichen Umweltauswirkungen hervorzurufen.

### **12.2.10 Kumulative Wirkungen**

Unter kumulativen Wirkungen werden Wirkungen verstanden, die durch mehrere Projekte bzw. Eingriffe verursacht werden.

Zu den Vorhaben, die möglicherweise zu kumulativen Wirkungen mit der beantragten PV-Anlage führen können, gehören die Fortführung der Rohstoffgewinnung im See, die u.a. zu einer weiteren Vergrößerung der Wasserfläche führt. Dadurch wird der Anteil der Wasserfläche, die durch die geplante FPV-Anlage überbaut bzw. verschattet sein wird, zurückgehen.

Die obige Umweltprüfung zur geplanten FPV-Anlage kommt zu dem Ergebnis, dass bei den Schutzgütern Mensch, Fläche, Boden, Klima, Wasser und Sachgüter jeweils nur sehr geringe oder geringe Auswirkungen auftreten. Auch beim Schutzgut Tiere und Pflanzen sind die Auswirkungen durch die geplante PV-Anlage sehr gering, die sich vor allem auf die Fischfauna und Wasservögel erstrecken. Somit ergeben sich für diese Tiergruppen keine erheblichen Beeinträchtigungen durch kumulative Wirkungen.

Beim Schutzgut Landschaft ergibt sich infolge einer Erweiterung des Nassabbaus eine grundlegende Veränderung des Landschaftsbildes, da ein terrestrischer Landschaftsausschnitt in einem aquatischen Lebensraum umgewandelt wird. Durch die Rekultivierungsmaßnahmen entstehen an den neuen Uferzonen ein naturnahe Ausprägung. Im Zuge einer abbaubedingten Vergrößerung des Baggersees verkleinert sich der Anteil der PV-Anlage. Eine erhebliche Beeinträchtigung der Landschaft tritt insgesamt nicht ein.

## **12.3 Artenschutzrechtliche Beurteilung**

Die artenschutzrechtliche Beurteilung des Vorhabens kommt zu dem Ergebnis, dass die Verbotstatbestände des § 44 Bundesnaturschutzgesetz unter Berücksichtigung von Vermeidungsmaßnahmen nicht ausgelöst werden.

## 12.4 Vermeidungs- und Ausgleichsmaßnahmen

### Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen

Um vorhabensbedingte Beeinträchtigungen zu vermeiden oder zu minimieren, werden die notwendigen Gehölzbeseitigungen außerhalb der Brutzeit der Vögel durchgeführt. Nach Möglichkeit soll die PV-Anlage zur Vermeidung von Störungen außerhalb der Vogelbrutzeit, d.h. von Anfang Oktober bis Ende Februar errichtet werden.

### Ausgleichsmaßnahmen

Ein konkreter funktioneller Ausgleichsbedarf im Rahmen einer Eingriffs-/Ausgleichsbilanz lässt sich aufgrund der geringfügigen Auswirkungen bei den jeweiligen Schutzgütern nicht ableiten.

Um dennoch die allgemeinen Lebensraumbedingungen für die geringfügig betroffenen Tiergruppen zu verbessern, sollen sechs Brutinseln für die Wasservögel und Totholzstrukturen für Fische im Uferbereich des Baggersees angelegt werden.

Zur Schaffung von Fischunterständen und Laichstrukturen werden zehn großvolumige Körbe („Biohuts“) mit hohen Lückensystemen unter der Anlage bzw. direkt unter der Wasserlinie angebracht.

## 13 Verwendete Unterlagen

BAUER, H.-G., HEINE, G., SCHMOLZ, M., STARK, H. & S. WERNER (2010): Ergebnisse der landesweiten synchronen Wasservogelerfassungen in Baden-Württemberg im November 2008 und Januar 2009. Ornithol. Jh. Bad.-Württ. 26: 95-220.

BERNOTAT, D., & V. DIERSCHKE (2015): Übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Mortalität wildlebender Tiere im Rahmen von Projekten und Eingriffen. 2. Fassung, Stand 25.11.2015.

BEZZEL, E. (1985): Kompendium der Vögel Mitteleuropas, Nonpasseriformes – Nichtsingvögel. Aula-Verlag.

BEZZEL, E. (1993): Kompendium der Vögel Mitteleuropas, Passeres - Singvögel. Aula-Verlag.

BfN (BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ) (2024): Schwimmende PV-Anlagen: Auswirkungen auf Arten, Lebensräume und Landschaftsbild (und Ansätze zur Vermeidung). Teilvorhaben 1: Erstellung eines Untersuchungskonzeptes für die naturschutzfachlichen Auswirkungen von schwimmenden PV-Anlagen in Stillgewässern. BfN-Schriften 685.

BICK, U. (2016): Die Rechtsprechung des BVerwG zum Artenschutzrecht. Natur und Recht 38 (2): 73-78.

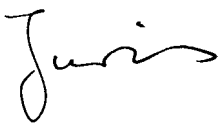
- BRAUN, M. & DIETERLEN, F. (Hrsg.) (2003): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Bd. 1. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- BRAUN, M. & DIETERLEN, F. (Hrsg.) (2005): Die Säugetiere Baden-Württembergs, Bd. 2. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- DMA MINERALAUFBEREITUNG GMBH (2018): UVP-Bericht (UVS) unter Einschluss des Besonderen Artenschutzes und der NATURA 2000-Verträglichkeit zum Kiesabbau Rhinau – Vertiefung. Gutachten unter [www.uvp-verbund.de](http://www.uvp-verbund.de)
- DOERPINGHAUS, A., EICHEN, C., GUNNEMANN, H., LEOPOLD, P., NEUKIRCHEN, M., PETERMANN, J. & E. SCHRÖDER (2005): Methoden zur Erfassung von Arten der Anhänge IV und V der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie. – Naturschutz u. Biologische Vielfalt 20.
- GARNIEL, A., DAUNICH, W.D., MIERWALD, U. & OJOWSKI, U. (2007): Vögel und Verkehrslärm. Quantifizierung u. Bewältigung entscheidungserheblicher Auswirkungen von Verkehrslärm auf die Avifauna. Schlussbericht 2007/Kurzfassung. FuE-Vorhaben des Bundesministeriums f. Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 273 S. Bonn/Kiel.
- GARNIEL, A. & MIERWALD, U. (2010): Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr, Ausgabe 2010. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums f. Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. 140 S.
- GEDEON, K., GRÜNEBERG, C., MITSCHKE, A., SUDFELDT, C. EIKHORST, W., FISCHER, S., FLADE, M., FRICK, S., GEIERSBERGER, I., KOOP, B., KRAMER, M., KRÜGER, T., ROTH, T., RYSLAVY, T., STÜBING, S., SUDMANN, S. R., STEFFENS, R., VÖKLER, F. & K. WITT (2014): Atlas Deutscher Brutvogelarten. Stiftung Vogelmonitoring Deutschland und Dachverband Deutscher Avifaunisten, Münster.
- HARTMANN, F. (2007): Totholzeintrag zum Schutz von Fischen vor Kormoranen? – Totholzprojekt Knielinger See. Gutachten im Auftrag des Angelvereins Karlsruhe e.V. ([http://www.marcosander.de/pdf/rpk33\\_totholz\\_kurzbericht.pdf](http://www.marcosander.de/pdf/rpk33_totholz_kurzbericht.pdf)).
- HÖLZINGER, J. (1987): Die Vögel Baden-Württembergs: Gefährdung und Schutz, Teil 1: Artenschutzprogramm Baden-Württemberg: Grundlagen, Biotopschutz. Bd. 1.1. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- HÖLZINGER, J. (1987): Die Vögel Baden-Württembergs: Gefährdung und Schutz, Teil 2: Artenschutzprogramm Baden-Württemberg, Artenhilfsprogramme. Bd. 1.2. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- HÖLZINGER, J. (1997): Die Vögel Baden-Württembergs, Bd. 3.2, Singvögel 2. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- HÖLZINGER, J. (1999): Die Vögel Baden-Württembergs, Bd. 3.1, Singvögel 1. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- HÖLZINGER, J. & U. MAHLER (2001): Die Vögel Baden-Württembergs, Bd. 2.3, Nicht-Singvögel 3. Ulmer-Verlag, Stuttgart.

- HÖLZINGER, J. & BOSCHERT, M. (2001): Die Vögel Baden-Württembergs, Bd. 2.2, Nicht-Singvögel 2. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- HÖLZINGER, J. & H.-G. BAUER (2011): Die Vögel Baden-Württembergs, Bd. 2.0, Nicht-Singvögel 1.1. Ulmer-Verlag Stuttgart.
- HÖLZINGER, J. & H.-G. BAUER (2018): Die Vögel Baden-Württembergs, Bd. 2.1.1, Nicht-Singvögel 1.2. Ulmer-Verlag Stuttgart.
- HÖLZINGER, J. & H.-G. BAUER (2021): Die Vögel Baden-Württembergs, Bd. 2.1.2, Nicht-Singvögel 1.3. Ulmer-Verlag Stuttgart.
- HÜPPOP, O., H.-G. BAUER, H., HAUPT, T., RYSLAVY, P. SÜDBECK & J. WAHL (2013): Rote Liste wandernder Vogelarten Deutschlands, 1. Fassung, 31. Dezember 2012. Ber. Vogelschutz 49/50: 23–83.
- HUTCHINS, MARK (2019): A lead-free future for solar PV: In pv-magazine vom. 26.10.2019; <https://www.pv-magazine.com/2019/10/26/the-weekend-read-a-lead-free-future-for-solar-pv/>
- HVNL-ARBEITSGRUPPE ARTENSCHUTZ, KREUZIGER, J. & BERNHAUSEN, F. (2012): Fortpflanzungs- und Ruhestätten bei artenschutzrechtlichen Betrachtungen in Theorie und Praxis, Grundlagen, Hinweise, Lösungsansätze – Teil 1: Vögel. Naturschutz und Landschaftsplanung 44 (8): 229-237.
- INGENIEURBÜRO LOHMEYER GMBH & Co. KG (2009): Ermittlung natürlicher klimatischer Ausgleichsfunktionen in der Region Mittlerer Oberrhein.- Gutachten im Auftrag des Regionalverband Mittlerer Oberrhein, 62 S., Radebeul.
- KRAMER, M., H.-G. BAUER, F. BINDRICH, J. EINSTEIN & U. MAHLER (2022): Rote Liste der Brutvögel Baden-Württembergs. 7. Fassung, Stand 31.12.2019. Naturschutz-Praxis Artenschutz 11.
- LAUFER, H., FRITZ, K. & P. SOWIG (2007): Die Amphibien und Reptilien Baden-Württembergs. Ulmer, Stuttgart.
- LAWA EXPERTENKREIS SEEN (2023): Arbeitshilfe für die gewässerökologische Beurteilung von Seen als Standorte für schwimmende Photovoltaikanlagen (FPV-Anlagen).- 10 S.
- LGRB (LANDESAMT FÜR GEOLOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU) (2023): Bodenkarte von Baden-Württemberg 1:50.000.- LGRB Kartenviewer.
- LÜTTMANN, J., KIEL, E.-F., JAHNS-LÜTTMANN, U. & M. KLUßMANN (2019): Wirksamkeit und Monitoring von Artenschutzmaßnahmen – Operationalisierung im Bundesland Nordrhein-Westfalen. Naturschutz- und Landschaftsplanung 51 (2): 78-88.
- LUBW (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNG UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, HRSG.) (2010): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit - Leitfaden für Planungs- und Gestattungsverfahren.- Bodenschutz, Heft 23, Karlsruhe

- LUBW (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, HRSG.) (2018): Arten, Biotope, Landschaft – Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben und Bewerten, 5. ergänzte und überarbeitete Auflage.
- LUBW (LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG, Hrsg.) (2019): FFH-Arten in Baden-Württemberg – Erhaltungszustand 2019 der Arten in Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- LUBW (LANDESANSTALT FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG, Hrsg.) (2024): Beschreibung der FFH-Anhang IV-Arten. Internetseite der LUBW ([www.lubw.baden-wuerttemberg.de](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de)).
- ROYAL HASKONING DHV (2022): Ergebnisse einer Vogeluntersuchung am Weperpolder. Auszug aus einer unveröffentlichten Präsentation der BayWa r.e. zur Ökologie von Floating-PV Anlagen.
- RUNGE, H., SIMON, M. & WIDDIG, T. (2009): Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Maßnahmen des Artenschutzes bei Infrastrukturvorhaben. FuE-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des BMU im Auftrag des BfN. Hannover, Marburg.
- RYSLAVY, T., H.-G. BAUER, B. GERLACH, O. HÜPPOP, J. STAHMER, P. SÜDBECK & C. SUDFELDT (2020): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands – 6. Fassung, 30. September 2020. Berichte zum Vogelschutz 57: 13-122.
- SCHAUMBURG, J., SCHRANZ, C., STELZER, D. UND A. VOGEL (2015): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Seen zur Umsetzung der WRRL: Makrophyten und Phyto-benthos.- Phylib. Stand Februar 2014, Bay. Landesamt f. Umwelt, im Auftrag der LAWA (Projekt O 10.10). 137 S.
- SCHLEGEL, JÜRIG (2019): Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt. Literaturstudie im Auftrag der EnergieSchweiz.
- SIEDENTOP, S. (2001): Zum Umgang mit kumulativen Umweltwirkungen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung. UVP-Report 15 (2): 88-93.
- STOCK, M., BERGMANN, H.-H., HELB, H.-W., KELLER, V., SCHNIDRIG-PETRIG, R. & ZEHNTER, H.-C. (1994): Der Begriff Störung in naturschutzorientierter Forschung: ein Diskussionsbeitrag aus ornithologischer Sicht. Zeitschrift f. Ökologie u. Naturschutz 3: 49-57.
- SÜDBECK, P., ANDRETTZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHRÖDER, K. & C. SUDFELDT (2005): Methodenstandards zu Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell.
- TRAUTNER, J., KOCKELKE, K., LAMBRECHT, H. & J. MAYER (2006a): Geschützte Arten in Planungs- und Zulassungsverfahren. Books on Demand GmbH, Norderstedt.
- TRAUTNER, J., LAMBRECHT, H., MAYER, J. & G. HERMANN (2006b): Das Verbot der Zerstörung, Beschädigung oder Entfernung von Nestern europäischer Vogelarten nach § 44 BNatSchG und Artikel 5 Vogelschutzrichtlinie – fachliche Aspekte, Konsequenzen und Empfehlungen. Naturschutz in Recht und Praxis – online (1): 1-20.
- UNIVERSITÄT STUTTGART (2017): Schadstofffreisetzung aus Photovoltaik-Modulen – Abschlussbericht (Förderkennzeichen 0325751).- 138 S., Stuttgart

- UMWELTBUNDESAMT (2023): Photovoltaik – <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/photovoltaik#photovoltaik>; Abruf vom 13.10.2023
- VAN DE WEYER, K. U. U. HAMANN (2007): Eine einfache und kosteneffiziente Methode zur flächenhaften Erfassung submerser Pflanzenbestände in Seen.- Wasser und Abfall 1-2; S. 20-22
- VAN ROOMEN, M., HUSTINGS, F., VAN WINDEN, E., DRONNEAU, C., FRAULI, C., STREBEL, N., WAHL, J., KOFFIJBERG, K. & VAN TURNHOUT, C. (2020). Wasservögel im internationalen Rheintal: Zahlen, Verbreitung und Trends (EN). ICPR rap nr. 277, Sovon rap nr. 2020/99. International Commission for the Protection of the Rhine, Koblenz.
- VEREINBARE VERWALTUNGSGEMEINSCHAFT RASTATT (2005): Flächennutzungsplan der Verwaltungsgemeinschaft Rastatt weist in seiner dritten Änderung mit Stand vom April 2019 (Landkreis Rastatt).

Karlsruhe, den 08.11.2024

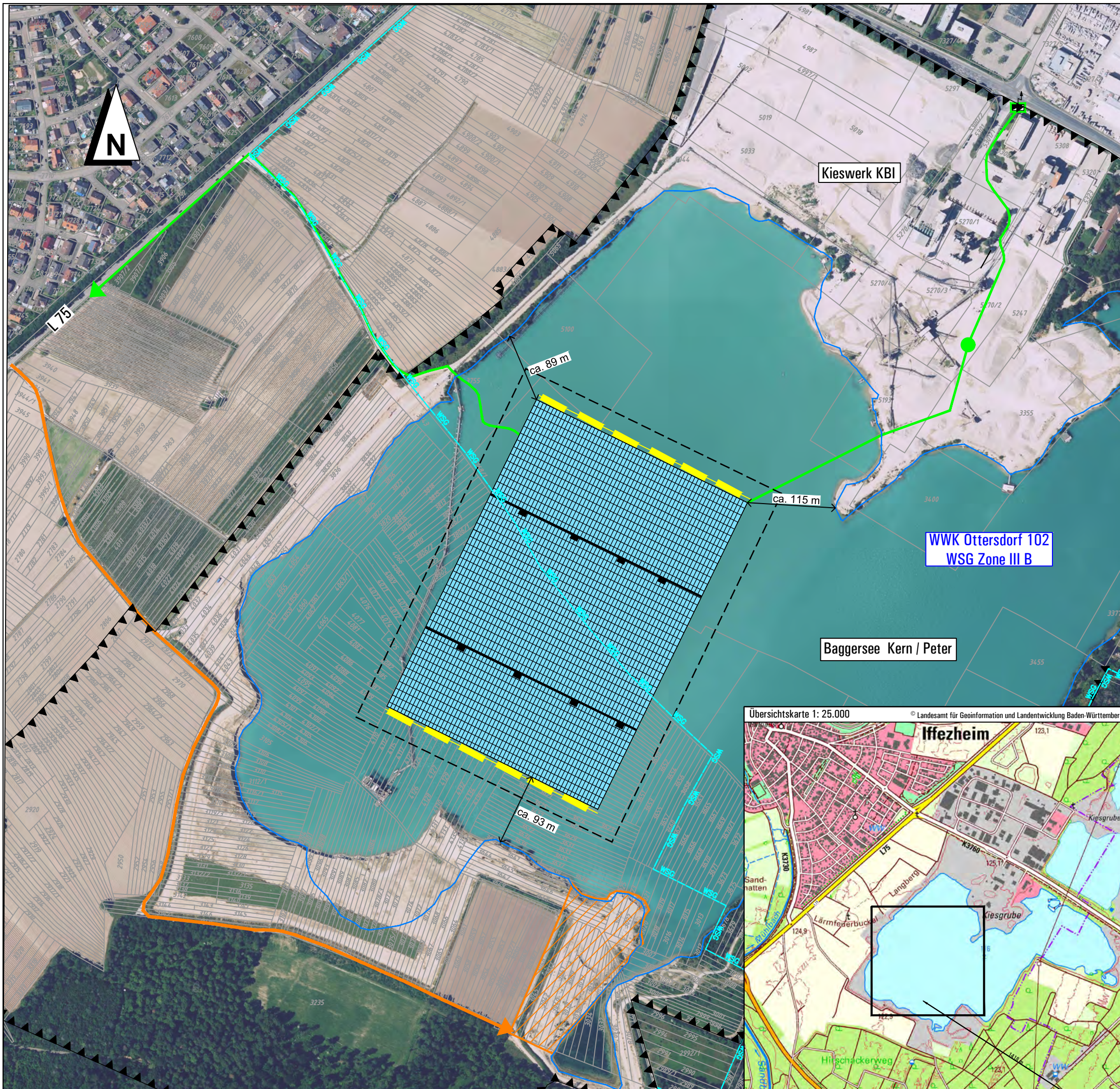


B. Juris  
arguplan GmbH

Bearbeitung:

Christoph Artmeyer, Dipl.-Landschaftsökologe

Ingo Gueinzius, Dipl.-Geograph

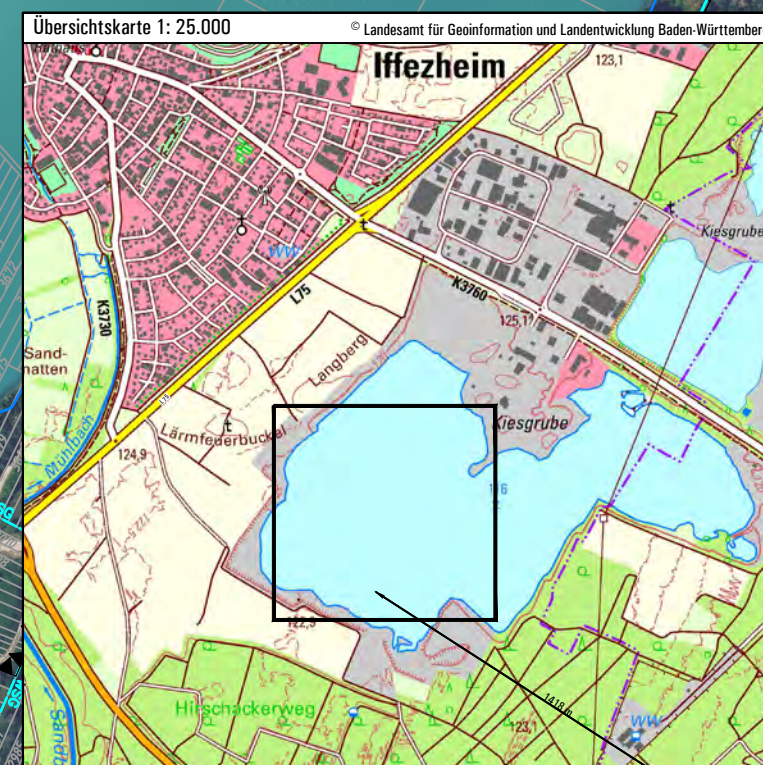


## ZEICHENERKLÄRUNG

- Schwimmende PV-Anlage**
- Grenze Geltungsbereich B-Plan
  - Schwimmende Photovoltaikanlage
  - Wellenbrecher
  - Mindestabstand zum Ufer
  - Lager- / Montagefläche
  - Zufahrt zur Lager- und Montagefläche
  - Trafostation (Netzverknüpfungspunkt Kieswerk)
  - Einspeisepunkt in das interne Netz des Kieswerks (Eigenbedarf)
  - Kabeltrasse (schematische Darstellung, Trassenverlauf noch nicht konkretisiert)

- Sonstiges**
- Geltungsbereich des Hauptbetriebsplans zur Rohstoffgewinnung
  - Uferlinie (19.07.2022)
  - Wasserschutzgebiet, WSG-Zone

- Kataster**
- Flurstücksgrenze
  - Flurstücksnummer
- 0 100 200 300 400 m



Datengrundlagen  
 Luftbild  
 Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) Digitales Orthophoto (DOPI), Bildflug vom 12.06.2021  
 Schutzgebiete  
 Daten aus dem Umwelteinformationssystem (UIS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851.9-1/19

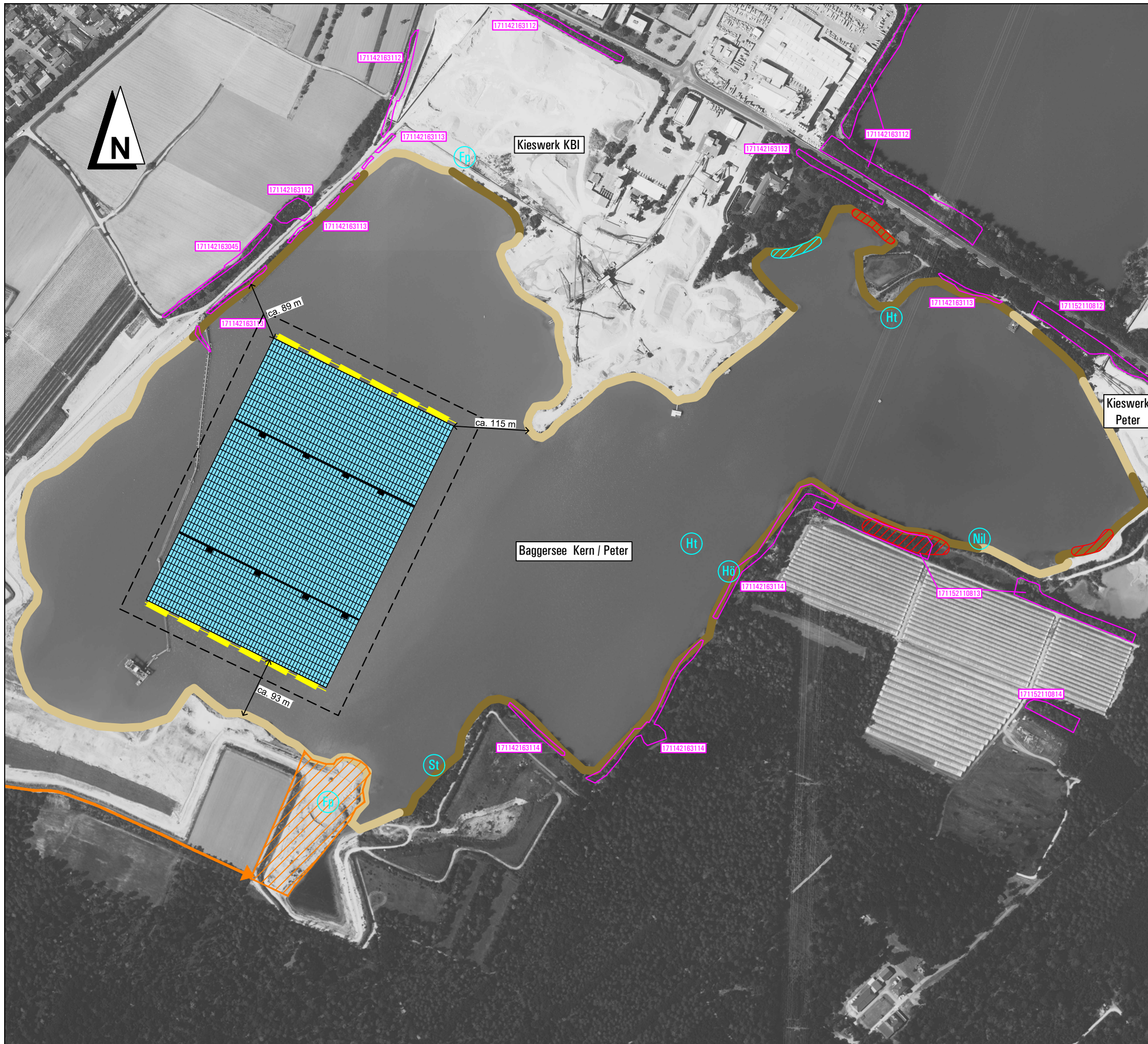
Photovoltaikanlage  
 Schwimmende Photovoltaikanlage, Planung PV Power-Plant vom 23.10.2024  
 BayWa r.e. Solar Projects GmbH, München (Datei: KBI-PD7\_for externals UTM\_23102024.dwg)

**Gemeinde Iffezheim**  
 Hauptstraße 54  
 76473 Iffezheim

**arguplan**  
 Vorholzstraße 7 · 76137 Karlsruhe  
 Tel. 0721.16110-0 Fax 0721.16110-10  
 www.arguplan.de

Bebauungsplan Schwimmende PV-Anlage Kernsee auf der Hardt		Projekt Nr. 0606 Maßstab 1 : 5.000
Umweltbericht Lageplan mit Übersichtskarte		Anlage 1
Gezeichnet	be	Datum 08.11.2024
Geprüft	ju	08.11.2024
Geändert		

Datei: K0606\_2410\_KBI\_SPV\_Umweltbericht.dwg/ 2302\_Lageplan\_B\_Plan



## ZEICHENERKLÄRUNG

### Wasservogel und Uferausprägung

- Revierzentrum Blässhuhn
- Revierzentrum | Revier (Zentrum unbekannt) Haubentaucher
- Revier (Zentrum unbekannt) Stockente (RL-BW V)
- Revier (Zentrum unbekannt) Nilgans
- Revier (Zentrum unbekannt) Höckerschwan
- Revier (Zentrum unbekannt) Flussregenpfeifer (RL-BW V)
- Ältere Uferzone mit Verlandungsvegetation
- Jüngere Uferzone ohne Verlandungsvegetation
- Gesetzlich geschützte Offenlandbiotope
  - 171142163045 | Feldgehölz und Magerrasen am Baggersee Kern
  - 171142163112 | Feldgehölze am Baggersee Kern östlich Iffezheim
  - 171142163113 | Feuchtgebüsche am Baggersee Kern östlich Iffezheim
  - 171142163114 | Feldgehölze am Ufer des Baggersee Kern
  - 171142163117 | Verlandungsbereich und Feldgehölz am Baggersee Kühl
  - 171152110812 | Feldgehölz am Petersee
  - 171152110813 | Feldgehölze am Südufer des Petersees
  - 171152110814 | Feldgehölze im Oberwald I

### Schwimmende PV-Anlage

- Grenze Geltungsbereich B-Plan
- Schwimmende Photovoltaikanlage mit Wellenbrecher
- Lager- und Montagefläche
- Zuwegung

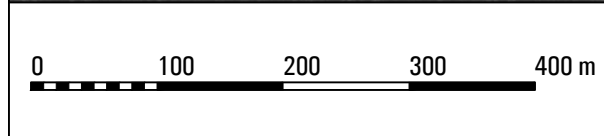


**Gemeinde Iffezheim**  
 Hauptstraße 54  
 76473 Iffezheim

**arguplan**

Vorholzstraße 7 · 76137 Karlsruhe  
 Tel. 0721.16110-0 Fax 0721.16110-10  
 www.arguplan.de

Bebauungsplan Schwimmende PV-Anlage Kernsee auf der Hardt	Projekt Nr. 0606 Maßstab <b>1 : 6.000</b>
Umweltbericht <b>Erfasste Brutreviere der Wasservögel</b>	Anlage <b>2</b>
Gezeichnet: be Geprüft: ju Geändert:	Name: Datum be 08.11.2024 ju 08.11.2024



**Datengrundlagen**

**Luftbild**  
 Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL)  
 Digitales Orthophoto (DOP), Bildflug vom 12.06.2021

**Photovoltaikanlage**  
 Schwimmende Photovoltaikanlage,  
 Planung PV Power-Plant vom 23.10.2024  
 BayWa r.e. Solar Projects GmbH, München  
 (Datei: KBI-PD7 -for externals UTM\_23102024.dwg)

**Schutzgebiete**  
 Daten aus dem Umweltinformationssystem (UIS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW),  
 Geobasisdaten © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg, www.lgl-bw.de, Az.: 2851 9-1/19

## **Anhang 1**

### **Testergebnisse zur Stabilität und zum Umweltverhalten der Anlagenkomponenten (Zimmermann PV-Floating)**



## Prüfkonzept Z-Float



### Anforderungsprofil von DNV GL

Anforderung der empfohlenen Praxis für Design, Entwicklung und Betrieb von schwimmenden Solar-Photovoltaik-Anlagen, veröffentlicht von DNV GL

DNV GL Specification		Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Testing
5.7.2.2 Test for impact strength	<a href="#">ISO 179-1:2010</a>	ASTM D256	ASTM D6110	ISO 180			
5.7.2.3 Test for tensile strength	<a href="#">ISO 527-1:2019</a>	EN 10002-1	ASTM D638				
5.7.2.4 Test for durability	ASTM D2990 - 17	ASTM D1693 - 15	ISO 22088				
5.7.2.5 Test for degradation (UV and thermal)	ISO 4892-3: 2016	ISO 4892-2: 2013	<a href="#">ASTM G154</a>	ASTM G155	EN 16472:2014		
5.7.2.6 Test for fire resistance	UL 94 Standard	IEC 60707	ISO 9773	ISO 9772	ASTM D635	ASTM D3801	<a href="#">DIN 75200</a>
5.7.2.7 Test for non-toxicity							

## Prüfkonzept Z-Float



### 5.7.2.2 Prüfung auf Schlagzähigkeit ISO 179-1:2010

- Der Begriff Schlagzähigkeit wird verwendet, um die Beständigkeit eines Kunststoffbauteils gegen Erschütterungen oder Stöße zu beschreiben. Es wird im Labor mit standardisierten Tests gearbeitet. Der gebräuchlichste Test ist der Charpy-Test (ISO 179-1A), bei dem spritzgegossene Prüfkörperstäbe mit einer Kerbe (vorgegebene Sollbruchstelle) versehen, geklemmt und mittels eines Schlagpendels durchbrochen werden.
- Die dabei eingesetzte Kraft pro Fläche drückt die Schlagzähigkeit aus. Da die Schwimmer sowohl im Tiefen als auch im Flachen eingesetzt werden und auch bei hohen Temperaturen stabil sein müssen, sind die Werte bei -30 °C und 23 °C von Interesse.

Spezifikation der Rohstoffe: 80 kJ/m (ISO 179-1A, -30 °C)

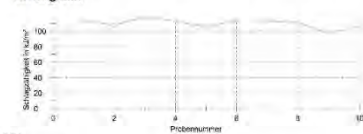
Kunststoff-Institut Lüdenscheid: 110 kJ/m (ISO 179-1A, 23 °C) 73 kJ/m (ISO 179-1A, -30 °C)

- Die leichte Differenz der Werte bei -30 °C liegt innerhalb der Toleranz. Die Ergebnisse zeigen, dass das verwendete HDPE gegen starke Schläge resistent ist.

#### Ergebnisse:

Legende	Versagensart	b <sub>u</sub> mm	b <sub>h</sub> mm	h mm	W J	W(%) %	ak kJ/m <sup>2</sup>	ak-C kJ/m <sup>2</sup>	ak-P kJ/m <sup>2</sup>	ak-N kJ/m <sup>2</sup>	Hinweis
P	P	8,162	10,13	4,24	3,9192	75,0	113,78	-	113,78	-	
P	P	8,164	10,12	4,25	3,9190	75,2	109,12	-	109,12	-	
P	P	8,18	10,13	4,198	3,9668	79,7	118,12	-	118,12	-	
P	P	8,17	10,13	4,1	3,7611	78,7	112,94	-	112,94	-	
P	P	8,18	10,13	4,12	3,6624	71,2	106,60	-	106,60	-	
P	P	8,227	10,12	4,1	3,8788	77,5	114,00	-	114,00	-	
P	P	8,19	10,13	4,13	3,6673	70,6	113,19	-	113,19	-	
P	P	8,227	10,12	4,11	3,7646	79,3	111,33	-	111,33	-	
P	P	8,19	10,12	4,13	3,2734	68,6	99,79	-	99,79	-	
P	P	8,18	10,12	4,14	3,8051	72,1	106,33	-	106,33	-	

#### Seriengrafik:



#### Statistik:

Series	b <sub>u</sub> mm	b <sub>h</sub> mm	h mm	W J	W(%) %	ak kJ/m <sup>2</sup>	ak-C kJ/m <sup>2</sup>	ak-P kJ/m <sup>2</sup>	ak-N kJ/m <sup>2</sup>
x	8,19	10,12	4,111	3,7038	74,5	110,03	-	110,03	-
s	0,02784	0,009183	0,00346	0,20091	4,4	6,03	-	6,03	-
v	0,26	0,09	0,74	5,40	5,40	5,46	-	5,46	-

## Prüfkonzept Z-Float



### 5.7.2.3 Prüfung der Zugfestigkeit ISO 527-1:2019

Typical Properties	Nominal		Test Method
	Value	Units	
<b>Physical</b>			
Melt Flow Rate, (190 °C/21.6 kg)	2.6	g/10 min	ISO 1133-1
Density	0.954	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183-1
Bulk Density	>0.500	g/cm <sup>3</sup>	ISO 60
Viscosity Number	500	ml/g	ISO 1628-3
<b>Mechanical</b>			
Tensile Modulus	1200	MPa	ISO 527-1, -2
Tensile Stress at Yield	27	MPa	ISO 527-1, -2
Tensile Strain at Yield	8	%	ISO 527-1, -2
FNCT, (3.5 MPa, 2% Arkopal N100, 80 °C)	14	hr	ISO 16770
<b>Impact</b>			
Charpy Impact Strength - Notched, (-30 °C, Type 1, Edgewise, Notch A)	80	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179
Tensile Impact Strength	290	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 8256
Note: notched, type 1, method A, -30 °C			
<b>Processing Parameters</b>			
Melt Temperature	180 - 220	°C	

- Die Zugfestigkeit wird geprüft nach ISO 527-1:2019

## Prüfkonzert Z-Float



### 5.7.2.4 Prüfung der Haltbarkeit

- Entscheidend für die Beständigkeit ist der Nachweis der Haltbarkeit des Materials nach mehreren Jahren oder simulierten Jahren der Verwitterung.
- Deshalb haben wir uns für den Widerstandstest entschieden, das Material für 22 simulierte Jahre zu verwittern (Test wird bis zu 40 simulierten Jahren weitergeführt) und dann wieder einen Charpy-Test durchzuführen.
- Die Ergebnisse der Schlagzähigkeit-Tests waren geringfügig, so dass die Haltbarkeit für die Lebensdauer der Konstruktion gegeben ist.

## Prüfkonzert Z-Float



### 5.7.2.5 Prüfung auf Degradation (UV und thermisch) ASTM G154

- Bei der Herstellung der Schwimmer aus HDPE fügen wir erhebliche Mengen Carbon Black (Industrieruß) und HALS Additiv zu, um einen hohen UV-Schutz zu gewährleisten.
- Infolgedessen wurde bisher keine Beschädigung der Oberfläche festgestellt (Picture 1, Table 1).

Date	Testing time / months	Simulated lifetime / years	Result
06/08/18	Start		
06/01/19	5	5	no damage to the surface, no coverings
06/06/19	10	10	no damage to the surface, no coverings, impact strength unchanged high
05/11/19	15	15	no damage to the surface, no coverings
01/06/20	22	22	no damage to the surface, no coverings

Table 1. Test duration and specimen performance



Picture 1. Weathering test plates on 01/06/20 (unweathered left, 22 months weathered right)

## Prüfkonzept Z-Float



### 5.7.2.6 Prüfung der Feuerwiderstandsfähigkeit DIN 75200

- In Lüdenscheid wurde die Klassifizierung hinsichtlich der Entflammbarkeit durchgeführt (DIN 75 200).
- Für diesen Test wurden Teile des Schwimmkörpers verwendet. Sie konnten nicht entzündet werden. Die Flamme erlosch unmittelbar nach dem Entfernen der Zündquelle.
- Die Probe wurde daher als nicht brennbar eingestuft.

Protokoll zur Prüfung:	Brennverhalten	Auftrag:	EPS 10.08.11		
Name:	DIN 75200	Prüfer:	17.06.2014		
Prüfmittelnummer:	Saba Safe 2	K. M. W. Pöcher	T. Jochenstrot		
Prüfobjektbezeichnung:	Muster 1	Vorfrohkennung:			
Ärztchennummer:		Konditionierung:	48 h bei 23°C		
Werkstoff:			Luft 50 % r.H.		
Probengeometrie:	350 x 100 x 5,70 mm				
Heizwert des Brenngases:	38 MJ/m <sup>3</sup>				
Standardabweichung:	kein				
Bemerkung:	Die Proben Nr. 1 bis nr. 5 erloschen nach Wegnahme der Zündflamme.				
	Probe 1	Probe 2	Probe 3	Probe 4	Probe 5
Brennzeit [s]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brennstrecke [mm]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Beurteilungskriterium	SE / NBR	SE / NBR	SE / NBR	SE / NBR	SE / NBR
Brenngeschwindigkeit [mm/min]					
Mittelwert der Brennrate	mm/min				
Standardabweichung					
Verwendete Prüf- und Hilfsmittel					
1. Prüfmittel	BE 3   Brennkammer Wazao II				
2. Prüfmittel	H-39   Messscheiber 400 mm FA				
3. Prüfmittel	Ka-03   Stoppuhr				
4. Prüfmittel	T-15   IR-Thermometer ScanTemp 380				

## Prüfkonzept Z-Float



### 5.7.2.7 Prüfung auf Nichttoxizität

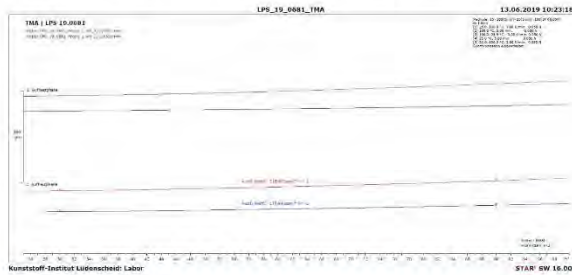
- Die Prüfung auf Nichttoxizität ist nicht definiert, da es keine wirksamen Normen gibt.
- Die Z-Floats bestehen aus HDPE und werden in einem Mehrschichtverfahren hergestellt. Die äußere Schicht besteht aus einem hochsteifen Neuprodukt, dessen Lebensmittelzulassung vom Hersteller bestätigt wurde.
- Die innere Schicht des Schwimmers besteht aus HDPE-Rezyklat, welches aus großen Post-Consumer-Containern hergestellt wird.
- Dazu ließen wir Dr. Filling die Gesamtmigration durch Bestimmung des Verdampfungsrückstands nach § 64 LFGB Methode 80. 30 (DIN EN 1186) verschiedener Abschnitte messen.
- Daraus ergeben sich Werte unterhalb der vorgegebenen Grenzwerte, auch für das Rezyklat. Obwohl das Rezyklat nie mit dem Wasser in Berührung kommt.
- Die Bewertung unserer Schwimmer nach der Lebensmittelverpackungsverordnung bestätigt, dass die Gesamtmigration in der realen Anwendung deutlich unter den angegebenen Grenzwerten liegt. Wir können eine Umweltgefahr ohne zu zögern ausschließen.

## Weitere Prüfungen Z-Float



### Ausdehnungsverhalten

- Die Abhängigkeit der thermischen Ausdehnung des Bauteils von der Temperatur wurde am Kunststoff-Institut Lüdenscheid mittels thermomechanischer Analyse (TMA) (ISO 11 359-2) untersucht.
- Im gegebenen Temperaturbereich von 30°C bis 90°C wurde ein Ausdehnungskoeffizient von 210,68 in Richtung 1 und ein Wert von 175,94 K<sup>-1</sup> gemessen. Die resultierende absolute Ausdehnungslänge ergibt sich z. B. bei Erwärmung des Floats von 30 °C auf 50 °C:
- Länge:  $175,94 \times 10^{-6}/K \times 1980 \text{ mm} \times 20 \text{ K} = 7,0 \text{ mm}$
- Breite:  $175,94 \times 10^{-6}/K \times 590 \text{ mm} \times 20 \text{ K} = 2,0 \text{ mm}$
- Höhe:  $175,94 \times 10^{-6}/K \times 490 \text{ mm} \times 20 \text{ K} = 1,7 \text{ mm}$
- Die Ausdehnung wird bei der Auslegung des Systems berücksichtigt.



## Weitere Prüfungen Z-Float



### Schmelzverhalten und thermische Langzeitstabilität

- Mithilfe der dynamischen Differenzkalorimetrie (DSC) wurde der Schmelzpunkt des HDPE Histif 5431 Z bestimmt: 139,6 °C. Wie man im Plot erkennen kann, wurden keine Fremdstoffe gefunden.
- Ein hoher Carbon-Black-Anteil in HDPE führt naturgemäß zu einer höheren Wärmeaufnahme, weshalb eine gute thermische Langzeitstabilität erforderlich ist.
- Dies ist für den Rohstoff gegeben, der durch OIT-Messung im Labor Lüdenscheid analysiert wird und zu einer Bestätigung führt: >120 min bei 200 °C, 56 min bei 210 °C.
- Dies entspricht im Bezug auf die Rohstoffherstellungsspezifikation: >120 min bei 200 °C, 58 min bei 210 °C

## Lebensmitteltauglichkeit von PV-Floats



### Zusammenfassung und Bewertung der Lebensmitteltauglichkeit

#### Global Food Contact Status:

##### European Union

This product complies with the relevant requirements of Regulation 1935/2004/EC (Framework Regulation) as applicable to intermediate materials (e.g. plastic powders, plastic granules or plastic flakes).

This product complies with the relevant requirements of Regulation 2023/2008/EC (GMP) and as amended, applicable to intermediate materials (e.g. plastic powders, plastic granules or plastic flakes).

This product complies with the relevant requirements of Regulation 10/2011/EC (PIM) as amended, applicable to intermediate materials (e.g. plastic powders, plastic granules or plastic flakes).

The monomers and additives used to produce this product are listed in the Union List of Authorized Substances of Regulation 10/2011/EC and subsequent amendments.

EU Regulation 10/2011/EC specifies 10 mg/dm<sup>2</sup> as the maximum overall migration (OML) from the finished plastic food contact material or article. The OML and SMLs (when applicable) should be determined according to the requirements specified in EU Regulation 10/2011/EC and subsequent amendments. The OML and SML determinations are the responsibility of the manufacturer of the finished plastic food contact material or article. In addition, we remind you that the manufacturers of the finished food contact material or article must verify that the finished material or article, manufactured according to good manufacturing practices, does not modify the organoleptic properties of the food.

Product  
Stewardship  
Bulletin

**Histif5431 Z**

A product of Basell Sales & Marketing Company B.V.



## Lebensmitteltauglichkeit von PV-Floats



### Zusammenfassung und Bewertung der Eignung für Binnengewässer

- Die Z-Floats bestehen aus HDPE und werden im Mehrschichtverfahren hergestellt.
- Die äußere Schicht besteht aus einem hochsteifen Polymer in reiner Qualität, dessen Lebensmittelzulassung vom Hersteller bestätigt wird:

*„This product complies with the relevant requirements of Regulation 10/2011/EC (PIM) as amended, applicable to intermediate materials (e.g., plastic powders, plastic granules or plastic flakes).“*

- Die Innenschicht der Schwimmer besteht aus HDPE-Regranulat, das aus Post-Consumer Bulk Containern hergestellt wird.
- Während der Verwendung der zum Regranulat verarbeiteten Behälter können bestimmte (lipophile) Substanzen in den Kunststoff gelangen, trotz guter Wasche darin verbleiben und wieder in Lösung für das sogenannte "zweite Leben" entweichen.
- Daher wird das Regranulat nur in der inneren Schicht verwendet, um eine lebensmittelgeeignete äußere Schicht zu gewährleisten.
- Gemäß der oben genannten Verordnung darf Regranulat jeder Qualität verwendet werden, wenn es nicht mit Lebensmitteln in Berührung kommt.

## Lebensmitteltauglichkeit von PV-Floats



### Ergebnisse der Migrationstests

- Dennoch maß das Dr. Fülling Labor die Gesamtmigration durch Bestimmung des Abgasdampfdruckstands gemäß § 64 LFGB Methode 80.30 (DIN EN 1186) verschiedener Abschnitte.
- Zunächst wurden die Proben V1, V2 und V3 jeweils 4 h lang bei 100 °C in heißes Wasser getaucht (Erstmigration). Dies entspricht einer Langzeitsimulation. Es folgten 4 weitere Tests mit den gleichen Stichproben (2./3./4./5. Migration).
- **V1: Äußere Schicht: Histif UV carbon black, UV stabilizer**
  - Innere Schicht: regrind Histif, Matvalen, UV carbon black, UV stabilizer
- **V2: Äußere Schicht: Histif, natural regrind, UV carbon black, UV stabilizer**
  - Innere Schicht: Histif regrind, Matvalen, UV carbon black, UV stabilizer
- **V3: Äußere Schicht: Histif, Matvalen, UV carbon black, UV stabilizer**
  - Innere Schicht: Histif regrind, natural regrind, UV carbon black, UV stabilizer
- Die Prüfkörper wurden vollständig in das Prüfmedium eingetaucht. Dadurch war auch die Regranulatseite in Kontakt (was bei unseren Schwimmern nicht der Fall ist, da diese während des Gebrauchs nur mit Wasser von außen benetzt werden).
- Laut EU 10/2011 liegt die Grenze der Gesamtmigration in Lebensmittel bei 10 mg/dm<sup>2</sup> bzw. 60 mg/kg, unabhängig von der Zusammensetzung der Migration.

## Lebensmitteltauglichkeit von PV-Floats



### Ergebnisse der Migrationstests

Migration no.	V1		V2		V3	
	[mg/dm <sup>2</sup> ]	[mg/kg]	[mg/dm <sup>2</sup> ]	[mg/kg]	[mg/dm <sup>2</sup> ]	[mg/kg]
1.	14,5	87	18,0	108	15,3	92
2.	8,8	53	8,2	49	8,0	48
3.	12,0	72	4,8	29	13,0	78
4.	5,8	35	5,8	35	4,5	27
5.	3,9	23	0,4	2,4	0,9	5,4

Bei der Analyse dieser Werte fällt Folgendes auf:

- Die Werte nehmen deutlich ab, außer beim Vergleich der 2. und 3. Migration. Ein mittlerer Anstieg tritt laut Dr. Fülling häufiger auf.
- Die Werte der ersten Migration liegen leicht über dem Grenzwert von 10 mg/dm<sup>2</sup> bzw. 60 mg/kg.

## Lebensmitteltauglichkeit von PV-Floats



### Ergebnisse der Migrationstests

Die oben genannten Grenzwerte wurden in der EU-Verordnung 10/2011 festgelegt, die besagt, dass:

- (25) *"According to good manufacturing practice, it is possible to manufacture plastic materials in such a way that they do not release more than 10 mg of substances per 1 dm<sup>2</sup> of surface area of the plastic material. If the risk assessment for an individual substance does not result in a lower value, this value should be set as a general limit for the inertness of a plastic material, i.e., as an overall migration limit."*
- (26) *"For a cubic package containing 1 kg of food, the total migration limit of 10 mg per 1 dm<sup>2</sup> results in a migration of 60 mg per kg of food. For small packages, where the surface area to volume ratio is greater, migration into the food is higher."*

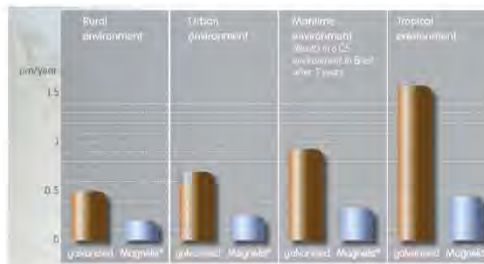
- Daraus folgt, dass bei größeren "Verpackungen", bei denen das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen kleiner ist, die Migration in das Lebensmittel geringer ist.
- Ein spezifischer Migrationstest eines gesamten Schwimmers ist technisch nicht möglich, daher muss das Ergebnis abgeleitet werden.
- Auch wenn der gesamte Schwimmer aus Regranulat besteht, liegt die Migration des gesamten Körpers ins Wasser weit unter dem Grenzwert und ist somit auch für empfindliche Gewässer geeignet.
- Auch wenn in beiden Schichten nur Regranulat verwendet werden kann, wird die äußere Schicht vorerst mit reinem, lebensmittelechtem HDPE hergestellt.

## Austritt von Stoffen



### Zinkabfluss des Floating PV Systems

- Durch den Einfluss der Erdatmosphäre und Umweltbedingungen wie Druck, Regen, Temperatur oder Feuchtigkeit finden Korrosionsprozesse in Zink statt.
- Fast alle Teile des ZIM Float-Systems sind mit einer einzigartigen Beschichtung beschichtet, die aus Zink mit dem Zusatz von 3% Magnesium und 3,5% Aluminium besteht. Die Zugabe von Magnesium und Aluminium erweitert den Korrosionsschutz, je nach spezifischer Umgebung, um ein Vielfaches. In der folgenden Grafik ist der Verbrauch der Beschichtung in verschiedenen Umgebungen dargestellt:

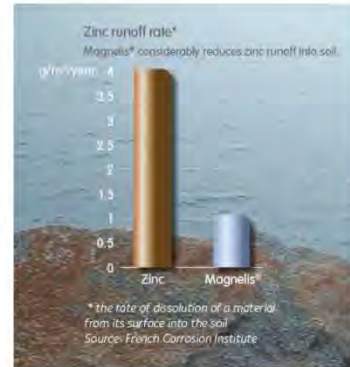


## Austritt von Stoffen

### Zinkabfluss des Floating PV Systems



- Hauptsächlich geschieht Erosion durch Regen, da sich keine mit Zink beschichteten Teile im Wasser befinden. Aufgrund der Wellenbarriere und der Stabilität des Systems erwarten wir kein Spritzen von Wasser auf die Stahlteile.
- Basierend auf Outdoor-Tests des Herstellers unter rauen Bedingungen beträgt die Abflussrate der Magnelis-Beschichtung etwa 1 g/m<sup>2</sup> pro Jahr (Tests in Brest, Frankreich).
- Während reiner verzinkter Stahl je nach Standort eine Rate von rund 4,0 g/m<sup>2</sup> pro Jahr aufwies.
- Das getestete Produkt hatte keine dünne organische Behandlung, was zu einer Verringerung des Abflusses führt, wie es bei anderen beschichteten Stählen beobachtet wird.



## Austritt von Stoffen

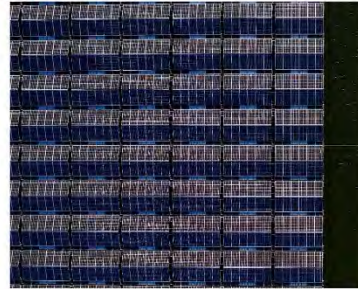
### Zinkabfluss des Floating PV Systems



- Hauptkomponenten, die der Witterung, insbesondere dem Regen, ausgesetzt sind, sind die Trittplatten auf den Gehwegen. Teilweise werden die Trittplatten von den Modulen beschattet
- Die Trittplatten sind ebenmäßig und haben eine strukturierte Anti-Rutsch-Oberfläche. Wir gehen hier von reduzierten Auswaschungsraten aus, da das Wasser nicht direkt abläuft.

## Austritt von Stoffen

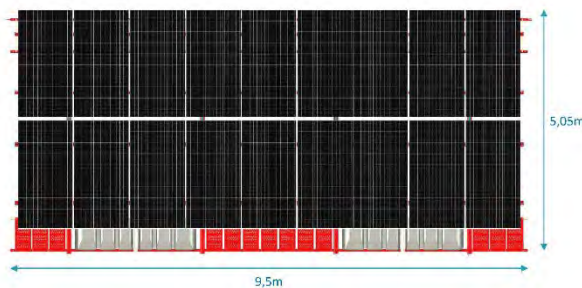
### Zinkabfluss des Floating PV Systems



- Die meisten Stahlteile werden von den Modulen beschattet. Daher ist kein Abfluss der Beschichtung zu erwarten.
- Nur zwischen den Modulen am Giebel ist ein Spalt für Lichtdurchlässigkeit und Luftzirkulation ausgelegt.

## Austritt von Stoffen

### Die meisten Teile werden von den Modulen abgedeckt – Ansicht von oben

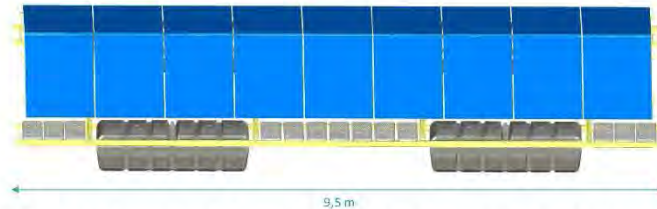


- Die rot markierten Teile sind potentiell der Witterung ausgesetzt und können Zink in die Umwelt abgeben. Dies entspricht einer Fläche von etwa 6 Prozent der Gesamtfläche der Solarboote.
- Die Lücken zwischen den Modulen sind eng, daher ist das Eindringen von Wasser sehr unwahrscheinlich.

## Austritt von Stoffen



Blick auf ein Solarboot auf die dem Wind ausgesetzte Seite

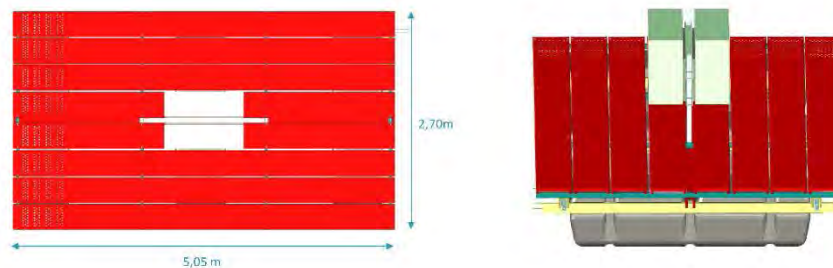


- Der größte Teil der Stahlkonstruktion des Solarbootes wird von den Modulen abgedeckt. Die wichtigsten Teile, die nicht abgedeckt sind, sind die Trittplatten auf dem Gehweg zwischen den Schwimmern sowie die Längenschiene C in der Nähe der Schwimmer.
- Alle Teile, mit Ausnahme der Verbindungen zwischen den Booten, sind durch eine Zink-Magnesium-Aluminium-Beschichtung geschützt.
- Die Verbinder sind durch eine normale Zinkbeschichtung geschützt.

## Austritt von Stoffen



Blick auf die Oberseite und auf die dem Wind ausgesetzte Seite des Inverter-Bootes



- Die rot markierten Teile sind der Witterung ausgesetzt und können möglicherweise Zink ins Wasser abgeben.
- Die Anzahl der Inverter-Boote ist gering (etwa 3 Prozent), verglichen mit der Anzahl der Solarboote.

## Austritt von Stoffen



### Untersuchung des Systems auf Mikroplastik

Das Fazit einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik zu Mikroplastik lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Primäres Mikroplastik hat viele verschiedene Quellen, die sich in der freigesetzten Menge erheblich unterscheiden.
- 74 potenziell relevante Quellen von primärem Mikroplastik wurden durch Untersuchungen ausgewählt, von denen 51 bisher quantifiziert wurden.
- Laut der Analyse gehören zu den Top 10:
  - Abrieb durch Reifen (1), Emissionen aus der Abfallentsorgung (2), Abrieb durch Polymere und Bitumen in Asphalt (3), Pelletverluste (4), Verwehungen von Sportplätzen und Spielplätzen (5), Freisetzung von Baustellen (6), Abrieb von Schuhsohlen (7), Kunststoffverpackungen (8) und Fahrbahnmarkierungen (9) sowie Faserabrieb durch Textilwäsche (10).
- Kotflügel und Bojen werden nur in Position 30 mit einem sehr niedrigen Wert erwähnt.
- So kann festgestellt werden, dass Mikroplastik immer bei starker Reibung auftritt.

## Austritt von Stoffen



### Untersuchung des Systems auf Mikroplastik

- High-Density-Polyethylen (HDPE) oder Polyethylen High-Density (PEHD) ist ein thermoplastisches Polymer, das aus dem Monomer Ethylen hergestellt wird.
- Die äußere Schicht der Schwimmer wird aus reinem HDPE mit Additiven für den UV-Schutz hergestellt. Das verwendete HDPE ist ein sehr hochwertiges Material, das nicht mit preiswertem Verpackungsmaterial verglichen werden kann.
- HDPE ist lebensmittelschonend und wird häufig für Trinkwasser (Rohre, Dosen usw.) verwendet. Ein Abrieb von weichen Materialien wie Wasser ist nicht bekannt.
- Für diese Bestimmung gibt es noch kein standardisiertes Prüfverfahren, aber der Abrieb von HDPE ist nur möglich, wenn die Kunststoffe eine geringere Zugfestigkeit aufweisen oder spröde sind. Dies gilt nicht für die ZIM Floats.
- Es wurde jedoch eine Analyse der Reibung mit dem Material der Schwimmer und der Stahlkonstruktion durchgeführt.
- Auf einem Motorenprüfstand wurde der Kunststoff mit einem Stahlteil mehrere Stunden lang bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten zusammengerieben (oszilliert), um eine Wellenbewegung zu simulieren.
- Testparameter: 150N und 300N, 10Hz, 19h, 2 mm Nabe, trocken und mit Wasser
- Ergebnis: An den HDPE-Schwimmern konnte kein Abrieb gefunden werden und der zugeführte Staub wird durch Reibung in das zähe HDPE eingearbeitet.

## Austritt von Stoffen



Untersuchung des Systems auf Mikroplastik



# Zim Float - Floating PV System

**Kontakt:**  
[www.pv-floating.com](http://www.pv-floating.com)

26

## **Anhang 2**

### **Sicherheitsdatenblatt Transformatorenöl (M&I Materials Ltd.)**



MIDEL® eN 1204

**Sicherheitsdatenblatt**

Mai 2018

Seite 1 von 5

**1. Bezeichnung des Stoffes bzw. des Gemischs und Firmenbezeichnung**

**1.1 Bezeichnung des Stoffes**  
Materialname: MIDEL eN 1204.

**1.2 Identifizierte Verwendungen des Stoffes oder der Zubereitung und Verwendungen, von denen abgeraten wird**  
**Verwendung des Produkts:** Dielektrische Isolierflüssigkeit  
**Verwendungen, von denen abgeraten wird:** Keine

**1.3 Angaben zum Hersteller des Stoffes bzw. des Gemischs**  
**Hersteller/Händler:** M&I Materials Ltd., Hibernia Way, Trafford Park, Manchester, M32 0ZD, GB.  
**Tel.:** +44 (0)161 864 5411  
**Notrufnummer:** +44 (0)161 864 5439.  
**E-Mail:** RusselMartin@mimaterials.com.

**2. Mögliche Gefahren**

Dieses Produkt ist nicht als gefährlich eingestuft und dieses Dokument wurde zu Informationszwecken in Übereinstimmung mit der Verordnung 1907 / EC / 2006, Anhang II, in der geänderten Fassung der Verordnung (EU) Nr. 453/2010, und der OSHA-Gefahrenkommunikationsrichtlinien erstellt.  
**2.1 Einstufung des Stoffes oder des Gemischs**  
**Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP):** Nicht eingestuft.

**2.2 Kennzeichnungselemente**  
**Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP):** Kein Symbol oder Signalwort.

**2.3 Sonstige Gefahren**  
Keine

**3. Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen**

**3 Stoff**  
**CAS-Nr.:** CAS-Nr.: 68956-68-3.  
**Beschreibung:** Mischung natürlicher Triglyzeridester (Pflanzenöl).  
**Zusammensetzung:**

Bestandteil	CAS-Nummer	Inhalt
Mischung natürlicher Triglycerid-Ester	68424-31-7	>98,5%
Leistungssteigernde Additive	Proprietär	<1,5%

Alle Bestandteile sind im TSCA-Bestandsverzeichnis aufgelistet. Die in diesem Produkt verwendeten Additive sind ein Handelsgeheimnis, führen jedoch zu keiner Einstufung des Stoffes als gefährlich.

**4. Erste-Hilfe-Maßnahmen**

**4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen**  
**Einatmen:** Aufgrund des geringen Dampfdrucks des Stoffes nicht zu erwarten.  
**Haut:** Mit Wasser und Seife abwaschen. Bei Reizungen einen Arzt aufsuchen.  
**Augen:** Mit reichlich Wasser ausspülen. Bei Reizungen einen Arzt aufsuchen.  
**Verschlucken:** Kein Erbrechen herbeiführen; einen Arzt aufsuchen.

**4.2 Wichtigste akute und verzögert eintretende Symptome und Wirkungen.**  
Keine Nebenwirkungen zu erwarten.

[www.midel.com](http://www.midel.com)

Alle in Verkaufs- und technischen Unterlagen enthaltenen oder in Antwort auf konkrete Anfragen oder in einem anderen Zusammenhang gemachten Empfehlungen oder Vorschläge zum Gebrauch, zur Lagerung, zur Handhabung oder zu den Eigenschaften der von M&I Materials Ltd. gelieferten Produkte werden in gutem Glauben gegeben. Der Kunde muss sich jedoch selbst von der Eignung des Produkts für seinen konkreten Zweck überzeugen. ®Eingetragene Marke



MIDEL® eN 1204

## Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 2 von 5

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung	<p><b>4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung</b> Keine besondere Behandlung erforderlich.</p> <p><b>5.1 Löschmittel</b> Kohlendioxid, Trockenpulver, ABF-Schaum oder Wassernebel. Verwenden Sie keine Wasserstrahlen.</p> <p><b>5.2 Besondere Gefährdung durch den Stoff oder das Gemisch selbst, seine Verbrennungsprodukte oder entstehende Gase</b> Keine</p> <p><b>5.3 Empfehlungen zur Brandbekämpfung</b> Unter Umständen muss ein umgebungs-luftunabhängiges Atemschutzgerät getragen werden.</p>
6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung	<p><b>6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstung und Maßnahmen im Notfall</b> Verschüttetes Produkt stellt eine Rutschgefahr dar. Kontakt mit Augen und Haut vermeiden.</p> <p><b>6.2 Umweltschutzmaßnahmen</b> Keine Seen, fließende Gewässer, Teiche, Grundwasser oder Böden verunreinigen. Nicht in den Ausguss entleeren. Werden große Mengen des Stoffes verschüttet, das Produkt so weit wie möglich eindämmen und gemäß den örtlichen Vorschriften entsorgen.</p> <p><b>6.3 Verfahren und Material zur Eindämmung und Reinigung</b> Verschüttetes Material mit hygrokopischem Granulat aufsaugen und entsorgen.</p>
7. Handhabung und Lagerung	<p><b>7.1 Hinweise zur sicheren Handhabung</b> Kontakt mit Augen und längeren Hautkontakt vermeiden.</p> <p><b>7.2 Spezifische Anforderungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten</b> Keine besondere Behandlung erforderlich.</p> <p><b>7.3 Spezifische Endnützungen</b> Möglichst wenig der Luft aussetzen. Geöffnete Behälter müssen ordnungsgemäß wiederversiegelt werden.</p>
8. Expositionsgrenzwerte/ Persönliche Schutzausrüstungen	<p><b>8.1 Kontrollparameter</b> Keine relevanten Kontrollparameter.</p> <p><b>8.2 Expositionsgrenzwerte</b> Für den Notfall sollten Augenspülungen vorhanden sein. <b>Atemschutz:</b> Bei normalem Gebrauch nicht erforderlich. <b>Hautschutz:</b> Overall tragen. <b>Handschutz:</b> Hände nach dem Gebrauch waschen. Für längeren oder wiederholten Hautkontakt werden Handschuhe empfohlen. <b>Augenschutz:</b> Wenn Spritzer auftreten könnten, eine Schutzbrille tragen.</p>

www.midel.com

Alle in Verkaufs- und technischen Unterlagen enthaltenen oder in Antwort auf konkrete Anfragen oder in einem anderen Zusammenhang gemachten Empfehlungen oder Vorschläge zum Gebrauch, zur Lagerung, zur Handhabung oder zu den Eigenschaften der von M&I Materials Ltd. gelieferten Produkte werden in gutem Glauben gegeben. Der Kunde muss sich jedoch selbst von der Eignung des Produkts für seinen konkreten Zweck überzeugen. ®Eingetragene Marke



MIDEL® eN 1204

Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 3 von 5

9. Physikalische und chemische Eigenschaften

9.1 Informationen zu physikalischen und chemischen Haupteigenschaften

**Aussehen:** Blassgelbe Flüssigkeit.  
**Geruch:** Keine.  
**pH:** Nicht zutreffend.  
**Gefrierpunkt:** -31°C.  
**Siedepunkt/-bereich:** >300°C.  
**Flammpunkt:** 327°C (offener Tiegel).  
**Entflammbarkeit (Feststoff, Gas):** Nicht entflammbar.  
**Oberer/unterer Brennpunkt oder Explosionsgrenzen:** Keine Angaben verfügbar.  
**Dampfdruck:** Keine Angaben verfügbar.  
**Dampfdichte:** Nicht zutreffend.  
**Relative Dichte:** 0,92 bei 20°C.  
**Wasserlöslichkeit:** <1mg/l.  
**Löslichkeit:** Nicht zutreffend.  
**Verteilungskoeffizient:** Keine Angaben verfügbar.  
**Selbstentzündungstemperatur:** Keine Selbstentzündung zu erwarten.  
**Zersetzungstemperatur:** Keine Angaben verfügbar.  
**Viskosität:** 37mm<sup>2</sup>/s bei 40°C.  
**Explosive Eigenschaften:** Nicht explosiv.  
**Oxidierende Eigenschaften:** Nicht oxidierend.

9.2 Sonstige Angaben

Nicht zutreffend.

10. Stabilität und Reaktivität

10.1 Reaktivität

Stabil unter normalen Gebrauchsbedingungen.

10.2 Chemische Stabilität

Stabil unter normalen Gebrauchsbedingungen.

10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Keine Angaben verfügbar.

10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Temperaturen >250°C.

10.5 Zu vermeidende Stoffe

Starke Oxidationsmittel.

10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Keine.

11. Toxikologische Angaben

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

**Wahrscheinliche Expositionswege:** Die Haut und Augen sind die wahrscheinlichsten Expositionswege. Versehentliches Verschlucken ist möglich. Einatmen ist nicht als wesentlicher Expositionsweg anzusehen. Das Produkt ist auf Pflanzenölbasis hergestellt und als solches ungiftig.

**Akute orale Toxizität:** Als geringfügig toxisch anzusehen, Pflanzend.

**Akute dermale Toxizität:** Als geringfügig toxisch anzusehen.

**Akute Toxizität bei Einatmen:** Aufgrund der geringen Flüchtigkeit ist ein Einatmen

www.midel.com

Alle in Verkaufs- und technischen Unterlagen enthaltenen oder in Antwort auf konkrete Anfragen oder in einem anderen Zusammenhang gemachten Empfehlungen oder Vorschläge zum Gebrauch, zur Lagerung, zur Handhabung oder zu den Eigenschaften der von M&I Materials Ltd gelieferten Produkte werden in gutem Glauben gegeben. Der Kunde muss sich jedoch selbst von der Eignung des Produkts für seinen konkreten Zweck überzeugen. ®Eingezeichnete Marke



MIDEL® eN 1204

Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 4 von 5

12. Umweltbezogene Angaben

unwahrscheinlich.  
**Hautätzende Wirkung/Reizung:** Nicht als hautätzend/hautreizend anzusehen.  
**Augenkorrosion/Reizung:** Nicht als augenreizend anzusehen.  
**Reizung oder Sensibilisierung der Haut:** Nicht als hautsensibilisierend anzusehen.  
**Aspirationsgefahr:** Nicht als Aspirationsgefahr anzusehen.  
**Krebserzeugende/erbgutverändernde Wirkung:** Nicht als erbgutverändernd oder karzinogen anzusehen. Dieses Produkt wird gemäß IARC, ACGIH, NTP oder OSHA nicht als karzinogen angesehen.

Bei ordnungsgemäßem Gebrauch und Entsorgung ist keine Umweltbelastung zu erwarten. Ökotoxikologische Wirkungen basieren auf der Kenntnis ähnlicher Stoffe.  
**12.1 Toxizität**  
 Stoffe dieses Typs stellen keine Gefahr für Wasserorganismen dar.  
**12.2 Persistenz und Abbaubarkeit**  
 Leicht biologisch abbaubar.  
**12.3 Bioakkumulationspotenzial**  
 Kein Bioakkumulationspotenzial.  
**12.4 Mobilität im Boden**  
 Als im Boden geringfügig mobil anzusehen.  
**12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Bewertung**  
 Dieses Produkt entspricht nicht den Toxizitätskriterien, dies muss ausführlicher geprüft werden. Es wird nicht als PBT- oder vPvB-Stoff angesehen.  
**12.6 Andere schädliche Wirkungen**  
 Keine anderen schädlichen Wirkungen zu erwarten.

13. Hinweise zur Entsorgung

**13.1 Verfahren zur Abfallbehandlung**  
 Produkt und Verpackung müssen gemäß lokalen und nationalen Vorschriften entsorgt werden. Kann verbrannt werden. Nicht verbrauchtes Produkt kann zur Rückgewinnung zurückgegeben werden.

14. Angaben zum Transport

Nicht als gefährlich eingestuft gemäß Vorschriften für den Luft- (ICAO/IATA), See- (IMDG), Straßen- (ADR) oder Schienenverkehr (RID)  
**14.1 UN-Nummer**  
 Nicht relevant.  
**14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung**  
 Nicht relevant.  
**14.3 Transportgefahrenklasse**  
 Nicht relevant.  
**14.4 Verpackungsgruppe**  
 Nicht relevant.

www.midel.com

Alle in Verkaufs- und technischen Unterlagen enthaltenen oder in Antwort auf konkrete Anfragen oder in einem anderen Zusammenhang gemachten Empfehlungen oder Vorschläge zum Gebrauch, zur Lagerung, zur Handhabung oder zu den Eigenschaften der von M&I Materials Ltd gelieferten Produkte werden in gutem Glauben gegeben. Der Kunde muss sich jedoch selbst von der Eignung des Produkts für seinen konkreten Zweck überzeugen. ®Eingetragene Marke



MIDEL® eN 1204

Sicherheitsdatenblatt

Mai 2018

Seite 5 von 5

15. Rechtsvorschriften	<p><b>14.5 Umweltgefährdung</b> Nicht relevant.</p> <p><b>14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender</b> Nicht relevant.</p> <p><b>15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch</b> Das Produkt ist nicht genehmigungspflichtig gemäß REACH. Alle Bestandteile werden im TSCA Inventory (TSCA-Bestandsverzeichnis) aufgeführt. Dieses Produkt ist als allgemein wassergefährdend (awg) bewertet, gemäß der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), April 2017.</p> <p><b>15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung</b> Für diesen Stoff wurde eine chemische Sicherheitsbeurteilung durchgeführt.</p>
16. Sonstige Angaben	<p>Erstellt nach Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 Anhang II, geändert durch Verordnung (EG) Nr. 453/2010 und den OSHA-Gefahrenkommunikationsnormen...</p> <p><b>16.1 Änderungen seit der letzten Ausgabe:</b> Aktualisierung zum Abschnitt 5 und 15.</p>

Die in diesem Sicherheitsdatenblatt enthaltenen Angaben sind nach unserem besten Wissen und Informationsstand bei Drucklegung korrekt. Das Sicherheitsdatenblatt soll das Produkt nur in Bezug auf die Arbeitsschutz- und Umwelthanforderungen beschreiben und sollte nicht als Gewährleistung spezifischer Produktmerkmale angesehen werden.

Alle in Verkaufs- und technischen Unterlagen enthaltenen oder in Antwort auf konkrete Anfragen oder in einem anderen Zusammenhang gemachten Empfehlungen oder Vorschläge zum Gebrauch, zur Lagerung, zur Handhabung oder zu den Eigenschaften der von M&I Materials Ltd gelieferten Produkte werden in gutem Glauben gegeben. Der Kunde muss sich jedoch selbst von der Eignung des Produkts für seinen konkreten Zweck überzeugen. ®Eingetragene Marke

**Auswirkungen durch die Anlage und den  
Betrieb einer schwimmenden PV-Anlage  
auf die Quarzsand- und Quarzkies-  
Abbaustätte Iffezheim der  
Kieswerk und Baustoff-Industrie  
Kern GmbH & Co. KG**

*BGL*

BÜRO FÜR GEWÄSSERKUNDE  
UND LANDSCHAFTSÖKOLOGIE  
KLAUS- JÜRGEN BOOS

erstellt von:  
Klaus-Jürgen Boos (Dipl. Geogr.)  
Saarbrücken,  
Dezember 2023

Ziehrerstraße 11  
66130 Saarbrücken  
Telefon: (0681) 872962

Telefax: (0681) 872962  
E-Mail: [BGL.Boos@t-online.de](mailto:BGL.Boos@t-online.de)  
Internet: [www.bgl-boos.de](http://www.bgl-boos.de)

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b><u>EINLEITUNG</u></b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b><u>VORHABENSBSCHREIBUNG</u></b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b><u>QUALITÄTSZIELE UND GÜTEANFORDERUNGEN</u></b> .....	<b>7</b>
3.1	BEWERTUNG DES UNTERSUCHUNGSGEWÄSSERS ENTSPRECHEND DEM KIESLEITFADEN (LFU 2004) UND DEM METHODENHANDBUCH (LFU 2005) .....	7
3.2	BEWERTUNG DES UNTERSUCHUNGSGEWÄSSERS ENTSPRECHEND DEN QUALITÄTSMERKMALEN DER OGEWV (2016) .....	8
3.3	CYANOBAKTERIEN .....	8
<b>4</b>	<b><u>MORPHOLOGISCHE UND HYDRAULISCHE KENNWERTE</u></b> .....	<b>10</b>
4.1	SEEMORPHOLOGIE IM ISTZUSTAND UND NACH ABSCHLUSS DER AUSKIESUNG.....	10
4.2	ANBINDUNG AN DAS GRUNDWASSER UND WASSERAUSTAUSCH.....	11
4.2.1	HYDRAULISCHE KENNWERTE IM SEENAHEM GRUNDWASSER.....	11
4.2.2	WASSERHAUSHALT DES UNTERSUCHUNGSGEWÄSSERS .....	13
<b>5</b>	<b><u>GEWÄSSERZUSTAND</u></b> .....	<b>15</b>
5.1	UNTERSUCHUNGSUMFANG UND PROBENNAHMESTANDORTE.....	15
5.2	WASSERBESCHAFFENHEIT .....	15
5.2.1	TEMPERATURHAUSHALT UND GEWÄSSERSCHICHTUNG.....	15
5.2.2	SAUERSTOFFHAUSHALT .....	17
5.2.3	ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT.....	18
5.2.4	VERTEILUNG AUSGESUCHTER IONEN .....	19
5.2.5	NÄHRSTOFFHAUSHALT UND BIOMASSE.....	20
5.2.5.1	Phosphorgehalte .....	20
5.2.5.2	Stickstoffgehalte.....	21
5.2.5.3	Weitere Indikatorwerte zur Beurteilung des Nährstoffhaushaltes.....	21
5.3	SEDIMENTBESCHAFFENHEIT .....	22
5.4	ZUSAMMENFASSENDE BESCHREIBUNG DES GEWÄSSERZUSTANDES .....	23
<b>6</b>	<b><u>ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DER EINFLUSSPOTENTIALE VON SPV-ANLAGEN AUF DIE SEEWASSERQUALITÄT</u></b> .....	<b>24</b>
6.1	AUSGANGSSITUATION.....	24
6.2	POTENTIELLE EINFLUSSFAKTOREN .....	25
6.2.1	FAKTORENKOMPLEX 1 (PRIMÄRE WIRKGRÖßEN) .....	25
6.2.2	FAKTORENKOMPLEX 2 .....	26
6.2.3	FAKTORENKOMPLEX 3 .....	26
6.3	AUSWIRKUNGEN HYDRODYNAMISCHER PROZESSE IM SEE .....	27
6.4	MAßNAHMENFOLGEN ÜBERLAGERENDE (MASKIERENDE) EINFLUSSGRÖßEN .....	29
6.5	EMPFINDLICHKEITSTUFEN UNTERSCHIEDLICHER BAGGERSEETYPEN GEGENÜBER SPV-ANLAGEN	31
6.6	DARSTELLUNG UND QUANTIFIZIERUNG MAßNAHMENVERURSACHTER EFFEKTE IN DER AKTUELLEN FACHLITERATUR.....	32
6.6.1	AUSWAHLKRITERIEN FÜR DIE NUTZUNG DER LITERATURQUELLEN.....	32
6.6.2	EMPIRISCHE STUDIEN .....	34
6.6.2.1	DeLima et al. (2021).....	34
6.6.2.2	Mathijssen et al. (2020) .....	34

6.6.2.3	Bax et al. (2022).....	35
6.6.2.4	Essak & Gosh (2022).....	36
6.6.3	MODELLSTUDIEN .....	36
6.6.3.1	Exley et al. (2021).....	36
6.6.3.2	Haas et al. (2020).....	37
6.6.4	KOMBINATIONSSUDIEN .....	37
6.6.4.1	Illgen (2021).....	37
6.6.4.2	Yang et al. (2022).....	38
6.6.4.3	Yang et al. (2021).....	39
6.6.4.4	Boos (2022).....	40
6.6.5	ZUSAMMENFASSENDE DARSTELLUNG DES DERZEITIGEN KENNTNISSTANDES UNTER BEZUG AUF DIE ZU BEARBEITENDE THEMATIK.....	41

**7 PROGNOSE DER VORHABENSBEDINGTEN AUSWIRKUNGEN AUF DIE WASSERBESCHAFFENHEIT DES BAGGERSEES.....43**

<b>7.1</b>	<b>PROGNOSEMODELL UND MODELLKONSTANTEN.....</b>	<b>44</b>
<b>7.2</b>	<b>DATENINPUT.....</b>	<b>46</b>
7.2.1	METEOROLOGISCHE KENNWERTE.....	46
7.2.2	HYDRAULISCHE ANBINDUNG DES SEES AN DAS GRUNDWASSER.....	49
7.2.3	STOFFEINTRÄGE IN DEN SEE DURCH DEN GRUNDWASSERZUFLUSS.....	50
7.2.4	ZEHRUNGSRATE DES SEDIMENTS.....	52
7.2.5	BETRIEBSBEDINGTE FAKTOREN.....	53
7.2.5.1	Zirkulationseffekte durch die Auskiesungstätigkeit.....	53
7.2.5.2	Durch Kieswäsche verursachter Wassererschlag.....	54
7.2.5.3	Eintrag von Suspensa aus der Kieswäsche und dem Baggerbetrieb.....	54
<b>7.3</b>	<b>MODELLIERUNG DER GÜTEENTWICKLUNG UNTER DEN BEDINGUNGEN DES ISTZUSTANDES ZUR PRÜFUNG DER MODELLGENAUIGKEIT UND ALS VERGLEICHSZUSTAND 1.....</b>	<b>56</b>
7.3.1	TEMPERATURHAUSHALT IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	56
7.3.2	SAUERSTOFFHAUSHALT IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	59
7.3.3	NÄHRSTOFFSITUATION (PHOSPHORGEHALTE) IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	62
7.3.4	CHLOROPHYLL-A GEHALTE IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	65
7.3.5	CYANOBAKTERIEN (BLAUALGEN) IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	67
7.3.6	SICHTTIEFENWERTE IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	68
7.3.7	WASSERHAUSHALT IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	71
7.3.8	ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG DER MODELLGENAUIGKEIT.....	72
<b>7.4</b>	<b>VARIANTENPRÜFUNG 1.....</b>	<b>72</b>
7.4.1	TEMPERATURHAUSHALT - VARIANTENPRÜFUNG 1.....	73
7.4.2	SAUERSTOFFHAUSHALT - VARIANTENPRÜFUNG 1.....	75
7.4.3	NÄHRSTOFFSITUATION (PHOSPHORGEHALT) - VARIANTENPRÜFUNG 1.....	78
7.4.4	CHLOROPHYLL-A GEHALTE - VARIANTENPRÜFUNG 1.....	80
7.4.5	CYANOBAKTERIEN (BLAUALGEN) - VARIANTENPRÜFUNG 1.....	82
7.4.6	SICHTTIEFENWERTE - VARIANTENPRÜFUNG 1.....	83
7.4.7	WASSERHAUSHALT - VARIANTENPRÜFUNG 1.....	84
<b>7.5</b>	<b>VARIANTENPRÜFUNG 2.....</b>	<b>85</b>
7.5.1	TEMPERATURHAUSHALT - VARIANTENPRÜFUNG 2.....	85
7.5.2	SAUERSTOFFHAUSHALT - VARIANTENPRÜFUNG 2.....	88
7.5.3	NÄHRSTOFFSITUATION (PHOSPHORGEHALT) - VARIANTENPRÜFUNG 2.....	91
7.5.4	CHLOROPHYLL-A GEHALTE - VARIANTENPRÜFUNG 2.....	92
7.5.5	CYANOBAKTERIEN (BLAUALGEN - VARIANTENPRÜFUNG 2.....	95
7.5.6	SICHTTIEFENWERTE VARIANTENPRÜFUNG 2.....	96
7.5.7	WASSERHAUSHALT VARIANTENPRÜFUNG 2.....	97

<b>8</b>	<b><u>WEITERE BEEINFLUSSUNGSFAKTOREN .....</u></b>	<b><u>98</u></b>
8.1	ENTWICKLUNG BENTHISCHER (AM SUBSTRAT HAFTENDER) CYANOBAKTERIEN .....	98
8.2	BEEINFLUSSUNG DES GRUNDWASSERS DURCH CYANOTOXINE .....	98
8.3	BELASTUNG DES WASSERS DURCH MIKROPLASTIK .....	98
<b>9</b>	<b><u>ZUSAMMENFASSEND E DARSTELLUNG DER VORHABENSAUSWIRKUNGEN.....</u></b>	<b><u>99</u></b>
<b>10</b>	<b><u>BEWERTUNG DER MAßNAHMENAU SWIRKUNGEN NACH EU-WRRL.....</u></b>	<b><u>101</u></b>
10.1	BEWERTUNG DES UNTERSUCHUNGSGEWÄSSERS ENTSPRECHEND DEM KIESLEITFADEN (LFU 2004) UND DEM METHODENHANDBUCH (LFU 2005) .....	102
10.2	BEWERTUNG DES UNTERSUCHUNGSGEWÄSSERS ENTSPRECHEND DEN QUALITÄTSMERKMALEN DER OGEWV (2016) .....	104
10.3	ZUSAMMENFASSEND E BEWERTUNG DER MAßNAHMENAU SWIRKUNGEN FÜR DIE EINZELNEN QUALITÄTSKOMPONENTEN .....	106
<b>11</b>	<b><u>ZUSAMMENFASSUNG .....</u></b>	<b><u>108</u></b>
<b>12</b>	<b><u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>112</u></b>
<b>13</b>	<b><u>TABELLENVERZEICHNIS.....</u></b>	<b><u>114</u></b>
<b>14</b>	<b><u>LITERATURVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>116</u></b>

# **1 Einleitung**

Auf dem Baggersee der KBI Kieswerk und Baustoff-Industrie Kern GmbH & Co. KG (im Folgenden: KBI) in Iffezheim ist die Installation und der Betrieb einer schwimmenden Photovoltaik (SPV)-Anlage geplant.

Der vorliegende Bericht erarbeitet die erforderlichen limnologischen und gewässerökologischen Unterlagen für die Genehmigungsprüfung zur Erstellung und zum Betrieb dieser Anlage.

Die maßnahmenverursachten gewässerökologischen Auswirkungen werden für unterschiedliche Planvarianten sowohl in Bezug auf den gegenwärtigen Zustand des Baggersees als auch für den Zeitraum nach Abschluss der Auskiesung dargelegt. Neben der Darstellung möglicher Auswirkungen auf der Basis einer Literaturlauswertung erfolgt eine Modellberechnung der Gewässergüteparameter. Als Grundlage zur Bestimmung des aktuellen Gewässerzustandes dient eine Datengrundlage, die Beprobungen der See- und Sedimentqualität sowie der Grundwasserbeschaffenheit im Zeitraum 2015 bis 2021 umfasst.

## 2 Vorhabensbeschreibung

Auf dem Baggersee der KBI bei Iffezheim ist die Installation einer schwimmenden Photovoltaik-Anlage (SPV-Anlage) geplant.

Die geplante Anlage wird die in der Abbildung 2.1 dargestellte Seefläche überdecken, wodurch es im Expositionsbereich zu einer weitgehenden Abschattung der Wasseroberfläche kommt.

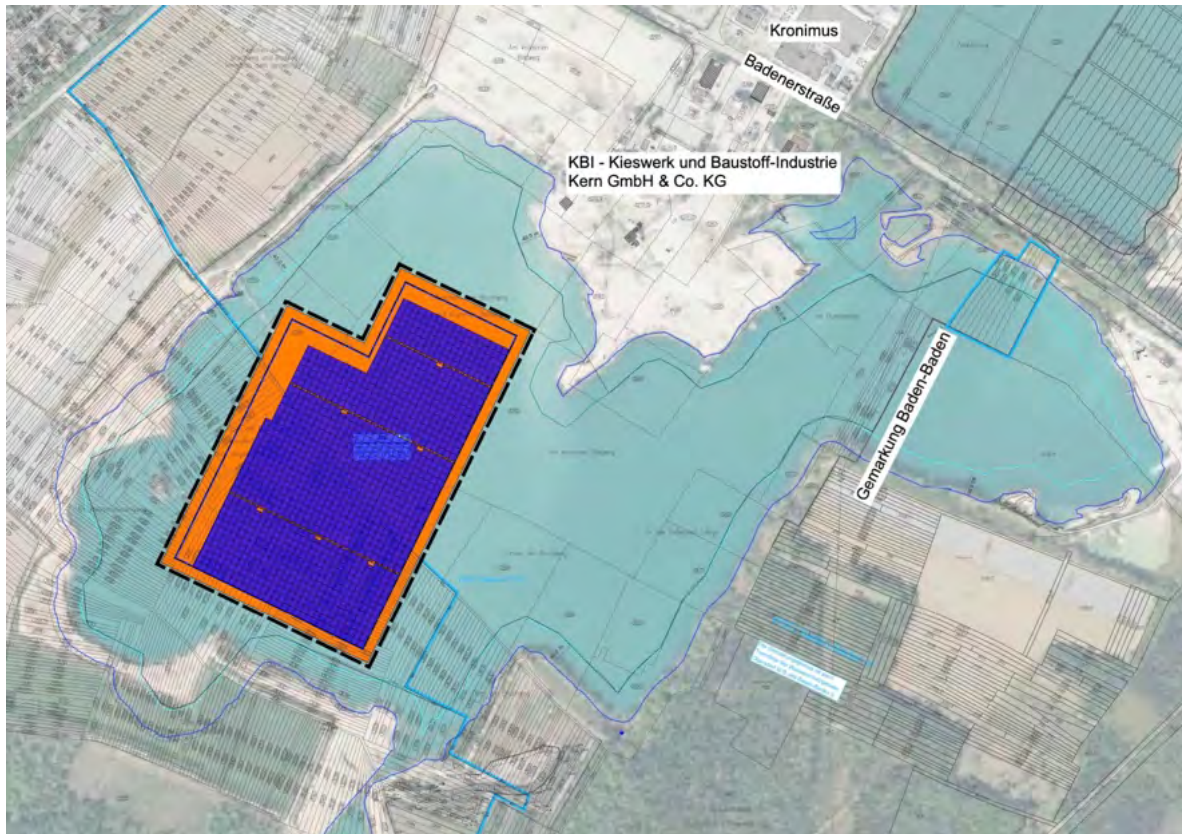


Abbildung 2.1: Darstellung der schwimmenden PV-Anlage auf dem Untersuchungsgewässer (Abbildungsgrundlage Arguplan 17.4.23)

Die SPV-Anlage wird ein Ausmaß von ca. 13,9 ha annehmen und damit die nach WHG erlaubte Maximalüberdeckung von 15% fast erreichen. Im Istzustand würden 14,9% der 93,3 ha umfassenden Seefläche überdeckt (vgl. Tabelle 2.1).

Tabelle 2.1: Morphologische Kennwerte des Baggersees und Überdeckungsgrade durch die SPV-Anlage

	Istzustand	Planvariante 1	Genehmigungszustand	Planvariante 2
Kiesgewinnung	ja	ja	nein	nein
Solarnutzung	nein	ja	nein	ja
Seesohle [m. NHN]	73	73	71	71
Mittl. Seewasserstand [m. NHN]	115,03	115,03	115,66	115,66
Wassertiefe max. [m].	42,03	42,03	44,66	44,66
Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	20,11	20,11	34,8	34,8
Fläche [ha]	93,3	93,3	128,1	128,1
Ausdehnung SPV-Anlage [ha]	/	13,9	/	13,9
Anteil Seeüberdeckung [%]	/	14,9 %	/	10,85 %

Im weiteren Verlauf der Kiesentnahme werden sich die Seefläche und das Seevolumen erhöhen und am Ende der genehmigten und planfestgestellten Auskiesung (im Folgenden: Genehmigungszustand) von 93 auf 128 ha und von 21,11 auf 34,8 Mio. m<sup>3</sup> angestiegen sein. Die maximale Wassertiefe wird sich nur um ca. 2,6 m erhöhen.

Durch die Vergrößerung der Seefläche reduziert sich der Überdeckungsgrad von 14,9 auf 10,85%. Die Maßnahmenauswirkungen werden demnach für 2 Planvarianten berechnet. Die Planvariante 1 nimmt Bezug auf die morphologischen Kenngrößen des Istzustandes und berücksichtigt die Auswirkungen, die sich durch die Kiesgewinnung ergeben. Die Planvariante 2 beschreibt die Auswirkungen der SPV-Anlage auf den Gewässerzustand nach Abschluss der Auskiesung (Genehmigungszustand).

### 3 Qualitätsziele und Güteanforderungen

Das Gütebild eines Sees wird maßgeblich von den Nährstoffkonzentrationen und der dazu in einer Wechselwirkung stehenden Qualität des Sauerstoffhaushaltes bestimmt. Belastete Seen mit einer negativen Güteprognose sind ggf. empfindlicher gegenüber den Auswirkungen einer Solarnutzung, auch wenn sich eine unmittelbare Beeinflussung des Nährstoffhaushaltes durch diese Art der Nutzung nicht ergibt.

Die nachfolgend dargestellten Güteziele dienen sowohl zur Bestimmung des aktuellen Gewässerzustandes als auch zur Bewertung maßnahmenverursachter Veränderungen der Wasserbeschaffenheit des Untersuchungsgewässers. Die Bewertungskriterien beruhen auf den Angaben des Kiesleitfadens (LfU 2004) bzw. des diesbezüglich weitgehend deckungsgleichen Methodenhandbuchs (LfU 2005) sowie der OGewV (2016). Zur Beurteilung der Cyanobakterien Problematik werden die Empfehlungswerte des UBA (2015) herangezogen.

#### 3.1 Bewertung des Untersuchungsgewässers entsprechend dem Kiesleitfaden (LfU 2004) und dem Methodenhandbuch (LfU 2005)

Die Bewertung nach Kiesleitfaden (LfU 2004) oder Methodenhandbuch (LfU 2005) basiert auf den folgenden Parametern und Orientierungsgrößen. Zielgröße ist ein mesotropher Status.

*Tabelle 3.1: Qualitätskomponenten nach LfU (2004) und LfU (2005)*

	<b>gesamt Phosphor</b> (Frühjahr / Zirkulationsphase)	<b>Chl-a</b> (Sommer / Stagnationsphase)	<b>O<sub>2</sub>-Verhältnisse*</b> (Sommer / Stagnationsphase)
mesotroph = Referenzzustand	15 – 45 µg/l	4 – 12 µg/l	10 – 30 %
eutroph	45 -150 µg/l	12-35 µg/l	30-50 %
polytroph	> 150 µg/l	35-103 µg/l	> 50 %

\* Mächtigkeit der sauerstoffarmen Wasserschicht (< 2 mg / l) über dem Seeboden im Verhältnis zur Maximaltiefe

Bezogen auf diese Parameter sollten Baggerseen ø 70 Punkte erreichen. Dabei erfolgt für jedes der Merkmale eine Punkteinstufung nach dem folgenden Schema:

- Zustand entspricht trophischem Referenzzustand: 100 Punkte
- Zustand weicht um eine Bewertungsstufe ab: 80 Punkte
- Zustand weicht um zwei Bewertungsstufen ab: 50 Punkte
- Zustand weicht um mehr als zwei Stufen ab: 0 Punkte

Der Referenzwert von 70 Punkten errechnet sich als Mittelwert aus allen drei Qualitätskomponenten. Als trophischer Referenzzustand für das Untersuchungsgewässer gilt der mesotrophe Status.

### 3.2 Bewertung des Untersuchungsgewässers entsprechend den Qualitätsmerkmalen der OGewV (2016)

Die auf der Grundlage der OGewV (2016) abgeleiteten Qualitätsmerkmale sind der Tabelle 3.2 zu entnehmen. Dabei sollte vorzugsweise der Seetyp 13 (Geschichteter Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet) als Referenzgewässer zugrunde gelegt werden, da Baggerseen in der Rheinebene ohne Fließgewässeranbindung eher einem See in der norddeutschen Tiefebene als im Mittelgebirgsbereich ähneln.

Tabelle 3.2: Qualitätskomponenten nach OGewV (2016)

Seetyp	Maximaler Trophiestatus	P-gesamt Saisonmittel [ $\mu\text{g/l}$ ]	Sichttiefe Saisonmittel [m]
		Grenzbereich gut/mäßig	
13 k	mesotroph 1 (1,75)	20-35	3,5- 2,5
7	mesotroph 1 (1,5)	14-20	4,5- 3

Bei einer Seefläche von mehr als 50 ha fallen die Gewässer unter die Vorgaben der OGewV (2016) bzw. der EU-WRRL zur Bewertung des ökologischen Zustands und Potentials. Sowohl Abgrabungsseen als auch Pumpspeicherseen werden dort dem Seetyp 99 zugeordnet. Allerdings gibt weder die OGewV noch die EU-WRRL derzeit Vorgaben für die qualitative Einstufung dieses Seetyps, so dass die Bewertung unter Bezug auf den jeweils ähnlichsten, mit Bewertungsmaßstäben versehenen Seetyp erfolgen muss. Bei Baggerseen ist das in der Regel der Seetyp 13 k.

Für Baggerseen in Auskiesung ist eine Risikoanalyse in Bezug auf das ökologische Potential nicht möglich, da der See noch keinen stabilen Gleichgewichtszustand erreicht hat. Damit ist erst 10-15 Jahre nach Einstellung der Auskiesungstätigkeit zu rechnen (LAWA-AO 2017). Oftmals besteht bei Baggerseen, die sich in Auskiesung befinden, auch noch eine Genehmigung zur Kiesentnahme für viele weitere Jahre, so dass sich der Bewertungszeitraum noch weiter in die Zukunft verschiebt. Damit kann nach der EU-WRRL nur eine eingeschränkte Bewertung betriebener Baggerseen vorgenommen werden, die sich in der Regel auf die Beurteilung der hydrochemischen und physikalischen Wasserbeschaffenheit sowie der Ufermorphologie beschränken muss.

### 3.3 Cyanobakterien

Obwohl die oft als Blaualgen bezeichneten Cyanobakterien taxonomisch nicht zu den Algen gehören, bevorzugen sie ähnliche Milieubedingungen wie Algen, so dass in algenreichen Seen immer auch Massenentwicklungen von Cyanobakterien möglich sind.

In der EU-Badegewässerrichtlinie (2006) wird die Belastung durch Cyanobakterien thematisiert, es gibt aber weder in dieser noch in der Badegewässerverordnung Baden-Württembergs konkrete Grenzwerte für Cyanobakterien.

Daher werden im Folgenden die Empfehlungswerte des UBA (2015) für die Einstufung der Wasserbeschaffenheit von Badegewässern zur Beurteilung der vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Cyanobakterienentwicklung herangezogen:

*Tabelle 3.3: Warnstufen des UBA (2015) zur Beurteilung der Blaualgenentwicklung in Badegewässern*

<b>Warnstufe UBA (2015)</b>	<b>Cyanobakterien Chl-a</b>		<b>Cyanobakterienbiomasse</b>
Wasserbeschaffenheit Badegewässerqualität	< 5 µg/L	↔	< 1 mm <sup>3</sup> /L
Warnstufe 1	5 µg/L	↔	1 mm <sup>3</sup> /L
Warnstufe 2	15 µg/L	↔	3 mm <sup>3</sup> /L
Warnstufe 3	75 µg/L	↔	15 mm <sup>3</sup> /L

Durch die im Rahmen der Solarnutzung zu erwartenden Veränderungen könnten infolge der höheren Beschattung und einer Veränderung des Zirkulationsverhaltens bestimmte Cyanobakterien begünstigt werden. Daher soll diese taxonomische Gruppe insbesondere bei der Beurteilung der vorhabendbedingten Auswirkungen Berücksichtigung finden, auch wenn im Untersuchungsgewässer kein Badebetrieb stattfindet.

## 4 Morphologische und hydraulische Kennwerte

### 4.1 Seemorphologie im Istzustand und nach Abschluss der Auskiesung

Die Seemorphologie des Istzustandes wurde im Jahr 2022 von it-geo erfasst. Die Volumen- und Flächenangaben für den Genehmigungszustand beruhen auf Angaben von SFN-Planer. Daraus lassen sich die folgenden Kennwerte ableiten:

Tabelle 4.1: Morphologische Kennwerte des Baggersees

Variantenbezeichnung	Seesohle	MW	maximale Tiefe Tmax	mittlere Tiefe	Volumen	Fläche
	[m. NHN]		[m]	[m]	[Mio. m <sup>3</sup> ]	[ha]
Istzustand	73	115,03	42,03	21,55	20,11	93,301
Genehmigungszustand	71	115,66	44,66	27,17	34,8	128,065

Die Volumen- und Flächenkurven für den Istzustand und den zukünftigen Zustand nach Abschluss der genehmigten und planfestgestellten Auskiesung (Genehmigungszustand) sind in den beiden folgenden Abbildungen dargestellt. Durch die weitere Auskiesung nimmt der Anteil tieferer Seebereiche deutlich zu.

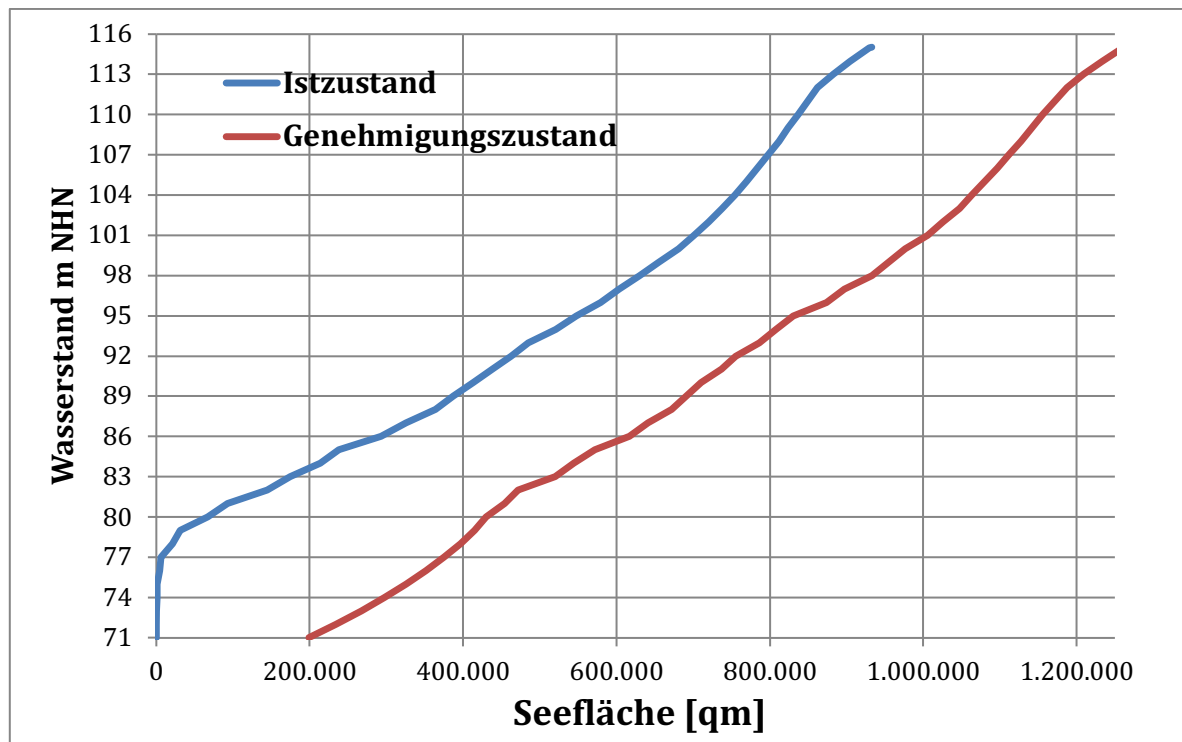
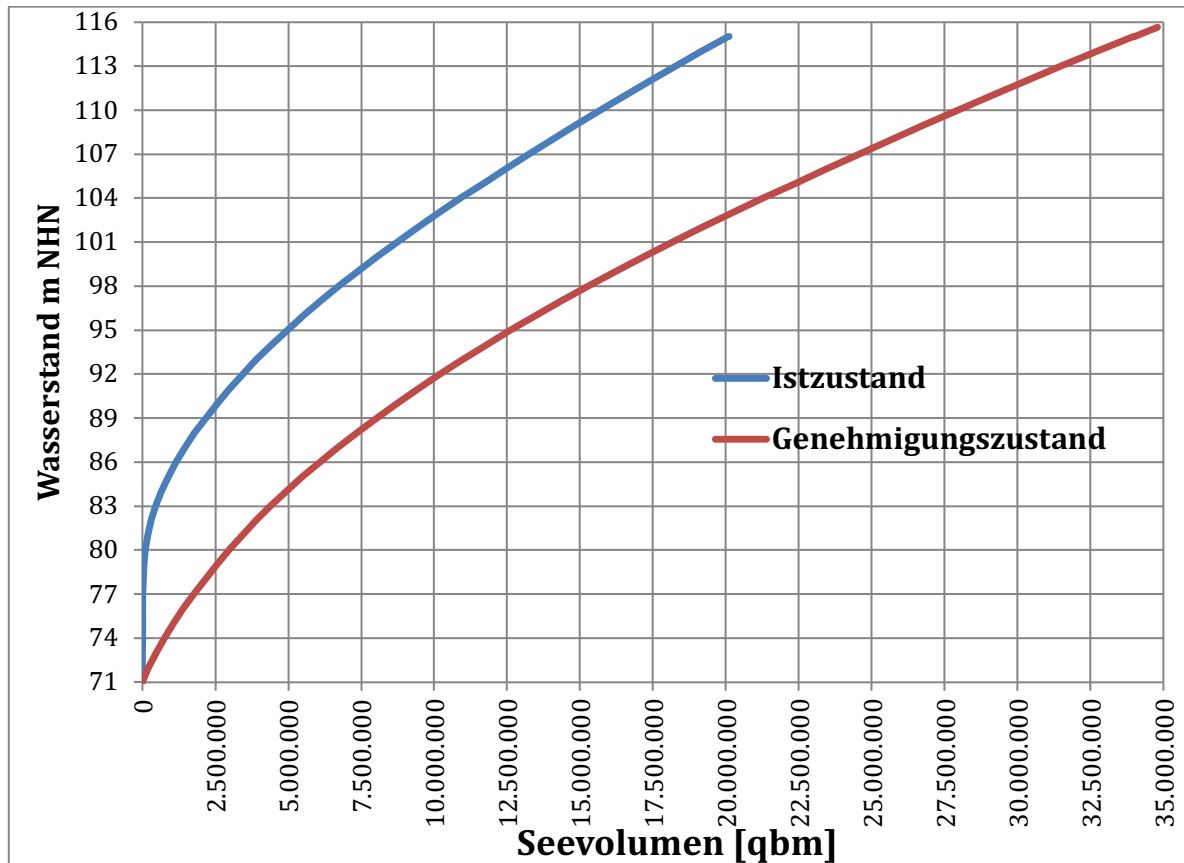


Abbildung 4.1: Flächenkurven im Istzustand und nach Abschluss der Auskiesung (Genehmigungszustand)



*Abbildung 4.2: Volumenkurven im Istzustand und nach Abschluss der Auskiesung (Genehmigungszustand)*

## **4.2 Anbindung an das Grundwasser und Wasseraustausch**

### **4.2.1 Hydraulische Kennwerte im seenahen Grundwasser**

Die Ermittlung der Fließverhältnisse im seenahen Grundwasser erfolgt auf Basis der von ERM erstellten Grundwassergleichenkarten (vgl. Abbildung 4.3).

Für den Istzustand ergibt sich eine nordwestliche Grundwasserfließrichtung. Auch im Genehmigungszustand ist von einer nordwestlichen Grundwasserfließrichtung auszugehen, wobei das Einzugsgebiet des Sees etwas weiter nach Süden ausschwenkt.

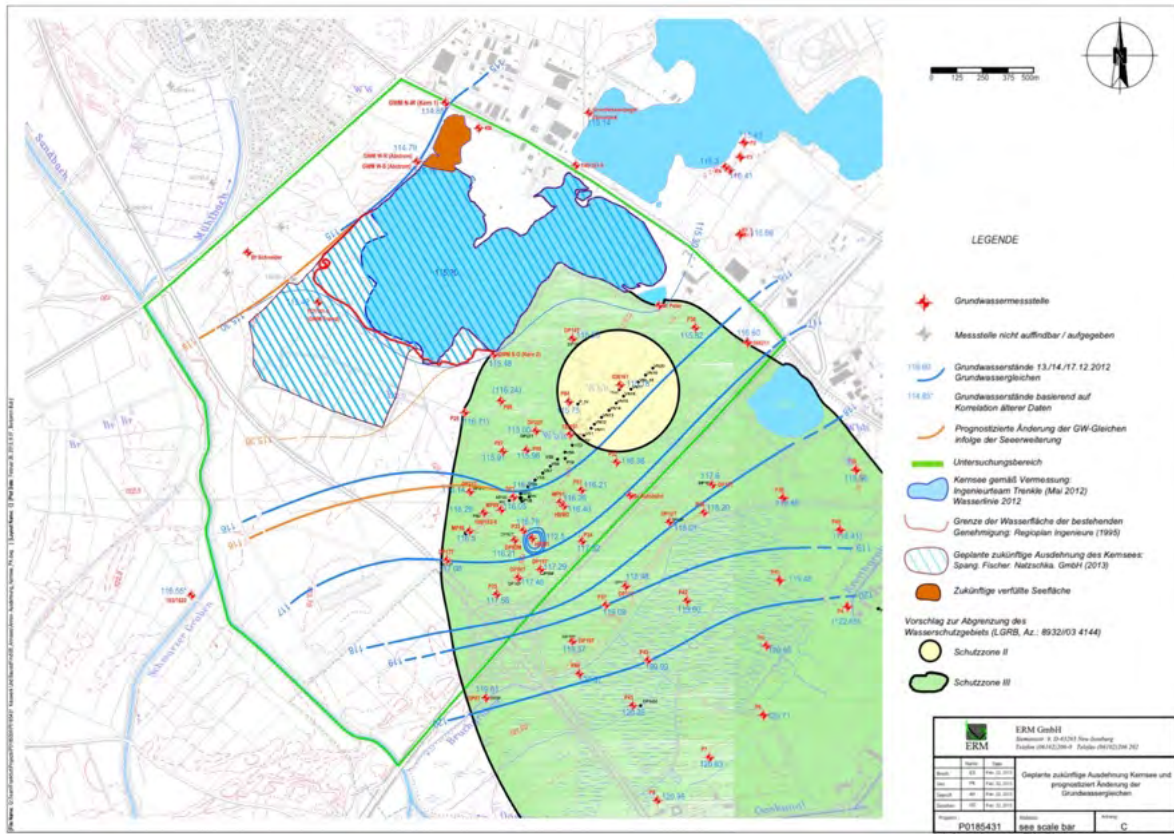


Abbildung 4.3: Grundwassergleichen im Istzustand und im Genehmigungszustand

Auf Grundlage der Grundwassergleichenkarten ergibt sich ein Grundwassergefälle von 0,71 % im Istzustand und von 0,73 % im Genehmigungszustand (vgl. Tabelle 4.2).

Tabelle 4.2: Grundwassergefälle im Untersuchungsgebiet

Zustand	Grundwassergleiche 1 [m +NN]	Grundwassergleiche 2 [m +NN]	$\Delta$ [m]	$\sigma$ Distanz [m]	Gefälle %
Istzustand	116	115	1	1403	0,71
Genehmigungszustand	116	115	1	1374	0,73

Die Durchlässigkeitsbeiwerte variieren im weiteren Untersuchungsraum sehr stark in einem Bereich zwischen  $k_f=2 \cdot 10^{-3}$  m/s und  $k_f=6 \cdot 10^{-3}$  m/s (LGRB 2001). Bei den im Rahmen der PFC-Schadensfallerkundung durchgeführten Pumpversuchen wurden die folgenden, für das Untersuchungsgebiet repräsentativen Werte ermittelt:

Tabelle 4.3: Durchlässigkeitsbeiwerte und Porosität

	P4	WP 4	Mittelwert
$k_f$ -Wert [m/s]	1,44E-03	1,40E-03	1,42E-03
Nutzbare Porosität [%]	16,8	16,6	16,70

Für das Grundwasser im weiteren Seemfeld wird zur Berechnung der Abstands- und Filtergeschwindigkeiten ein Wert von  $k_f=14,2 \cdot 10^{-4}$  m/s angenommen.

#### 4.2.2 Wasserhaushalt des Untersuchungsgewässers

Der Wasserhaushalt des Untersuchungsgewässers wird durch die folgenden Faktoren bestimmt:

- Wasseraustausch mit dem Grundwasser entsprechend dem hydraulischen Gefälle (stationärer Grundwasserzustrom)
- Zusätzlicher Wasseraustausch mit dem Grundwasser infolge von Grundwasserstandsschwankungen (instationärer Grundwasserzustrom)
- Weiterer zusätzlicher Grundwasserzuzug infolge der Volumenvergrößerung durch die Kiesentnahme
- Niederschlagseinträge in den See
- Verdunstungsausgleich

Nicht berücksichtigt wird hier die im Rahmen der Kiesgewinnung (Kieswäsche) umgeschlagene Wassermenge.

Auf der Grundlage der hydraulischen Kennwerte errechnen sich mit der von NIEMEYER (1978) angegebenen Formel  $Q = kf \cdot JGW \cdot TM \cdot (BS + 700 \cdot JGW \cdot LS)$  stationäre Wasserverweilzeiten von 10,2 Jahren im Istzustand und von 13,6 Jahren im Genehmigungszustand nach Abschluss der Auskiesung (vgl. Tabelle 4.4).

**Tabelle 4.4: Wasserverweilzeiten des Baggersees auf Basis hydraulischer Kennwerte (stationär)**

	Einheit	Istzustand	Genehmigungszustand
Auskiesungstätigkeit		ja	nein
BS (Breite des Sees quer zur GW Fließr.)	m	1200	1570
JGW (Mittleres Grundwassergefälle)		0,71 ‰	0,73 ‰
LS (Länge des Sees in GW Fließrichtung)	m	1310	1310
Tmax (maximale Tiefe)	m	41	43
T ø (mittlere Tiefe)	m	22,6	27,2
Tiefe des Zustrombereichs	m	35	36
Seefläche	ha	93,301	128,065
V (Seevolumen)	m <sup>3</sup>	21.110.000	34.800.00
kf (Durchlässigkeitsbeiwert-	m/sec	1,42*10 <sup>-3</sup>	1,42*10 <sup>-3</sup>
FORMEL $Q = kf \cdot JGW \cdot TM \cdot (BS + 700 \cdot JGW \cdot LS)$ (NIEMEYER 1978)			
Zufluss Grundwasser Q	m <sup>3</sup> /Jahr	2.059.891	2.635.445
	l/s	65,3	83,6
TW-Verweilzeit	Jahre	10,2	13,2

Bei steigenden Grundwasserständen im Seeumfeld ergibt sich ein zusätzlicher Grundwasserzustrom. Infolge des Retentions- und Speichereffektes werden Seen bei einem Anstieg der Grundwasserstände vermehrt mit Grundwasser befüllt. Umgekehrt erfolgt bei wieder sinkenden Grundwasserständen ein vermehrter Abstrom aus dem See in den Aquifer. Im Rahmen dieses Geschehens wird die Wasseraustauschrate erhöht. Unter Bezug auf die Messwerte am Lattenpegel des Sees errechnet sich ein Jahressummenwert von 0,75 m für grundwasserstandsverursachte Seespiegelanstiege. Daraus ergibt sich ein instationärer Grundwasserzustrom von ca. 700.000 m<sup>3</sup>/a in den See für den Istzustand und von ca. 960.000 m<sup>3</sup>/a für den Genehmigungszustand.

## *Morphologische und hydraulische Kennwerte*

Als weitere Größe ist im Istzustand ein durch die Auskiesung verursachter zusätzlicher Grundwasserzustrom zu berücksichtigen. Dieser ergibt sich infolge der Erhöhung des Seevolumens bei der Entnahme des Baggerguts. Abzüglich des Porenvolumenanteils ca. 16,7 %) errechnet sich ein weiterer Grundwasserzustrom von ca. 500.000 m<sup>3</sup>/a.

In der Summe von stationärem, instationärem und auskiesungsverursachtem Grundwasserzustrom ergeben sich die in der Tabelle 4.5 angegebenen Grundwasserzuflussraten in den See. Daraus errechnen sich Wasserverweilzeiten von 6,5 Jahren für den Istzustand und von 9,7 Jahren für den Genehmigungszustand.

**Tabelle 4.5: Grundwasserzustrom und Wasserverweilzeit**

	Einheit	Istzustand	Genehmigungszustand
Seevolumen	m <sup>3</sup>	21.110.000	34.800.00
Auskiesungstätigkeit		ja	nein
Stationärer Grundwasserzustrom	m <sup>3</sup> /Jahr	2.059.891	2.635.445
Instationärer Grundwasserzustrom	m <sup>3</sup> /Jahr	699.758	960.488
Auskiesungsverursachter Grundwasserzustrom*	m <sup>3</sup> /Jahr	500.000	/ (keine Auskiesung)
$\Sigma$ Grundwasserzufluss	m <sup>3</sup> /Jahr	3.259.649	3.595.933
$\Sigma$ Grundwasserzufluss	L/sec	103,3	113,9
Grundwasserverweilzeit	Jahre	6,5	9,7

## 5 Gewässerzustand

### 5.1 Untersuchungsumfang und Probennahmestandorte

Als Grundlage zur Beurteilung der Wasserbeschaffenheit des Baggersees dienen Beprobungen aus dem Zeitraum 2015 bis 2021 (vgl. Tabelle 5.1).

*Tabelle 5.1: Datenerhebungen zum Gewässerzustand des Baggersees*

Datum	Chem.-phys. Wasserbeschaffenheit	Tiefenprofile Vor-Ort-Parameter	Sedimentbeschaffenheit
09.03.15	X		
03.08.15	X	X	X
06.03.17	X	X	
18.08.17	X	X	
17.02.20		X	
20.02.20	X		
30.09.20	X	X	
25.02.21		X	
19.08.21	X		

### 5.2 Wasserbeschaffenheit

#### 5.2.1 Temperaturhaushalt und Gewässerschichtung

Die im Zeitraum 2015 bis 2021 gemessenen Temperaturtiefenprofile zeigen eine Volldurchmischung des Seewassers in den winterlichen Zirkulationsphasen und eine durch die Baggertätigkeit abgeschwächte Gewässerschichtung im Sommer an (vgl. Abbildung 5.1).

Deutliche Schichtungseffekte hatten sich nur bei hohen Temperaturen jeweils im August 2015 und 2017 ausgebildet. Die Sprungschicht lag allerdings bereits bei ca. 6 m Tiefe, so dass auch bei diesen Messungen eine deutliche Verminderung der Schichtungsstabilität durch die Kiesgewinnung festzustellen ist.

Die Temperaturabnahme unmittelbar über Grund am 30.9.20 wurde wohl durch den Zufluss von kaltem Grundwasser verursacht.

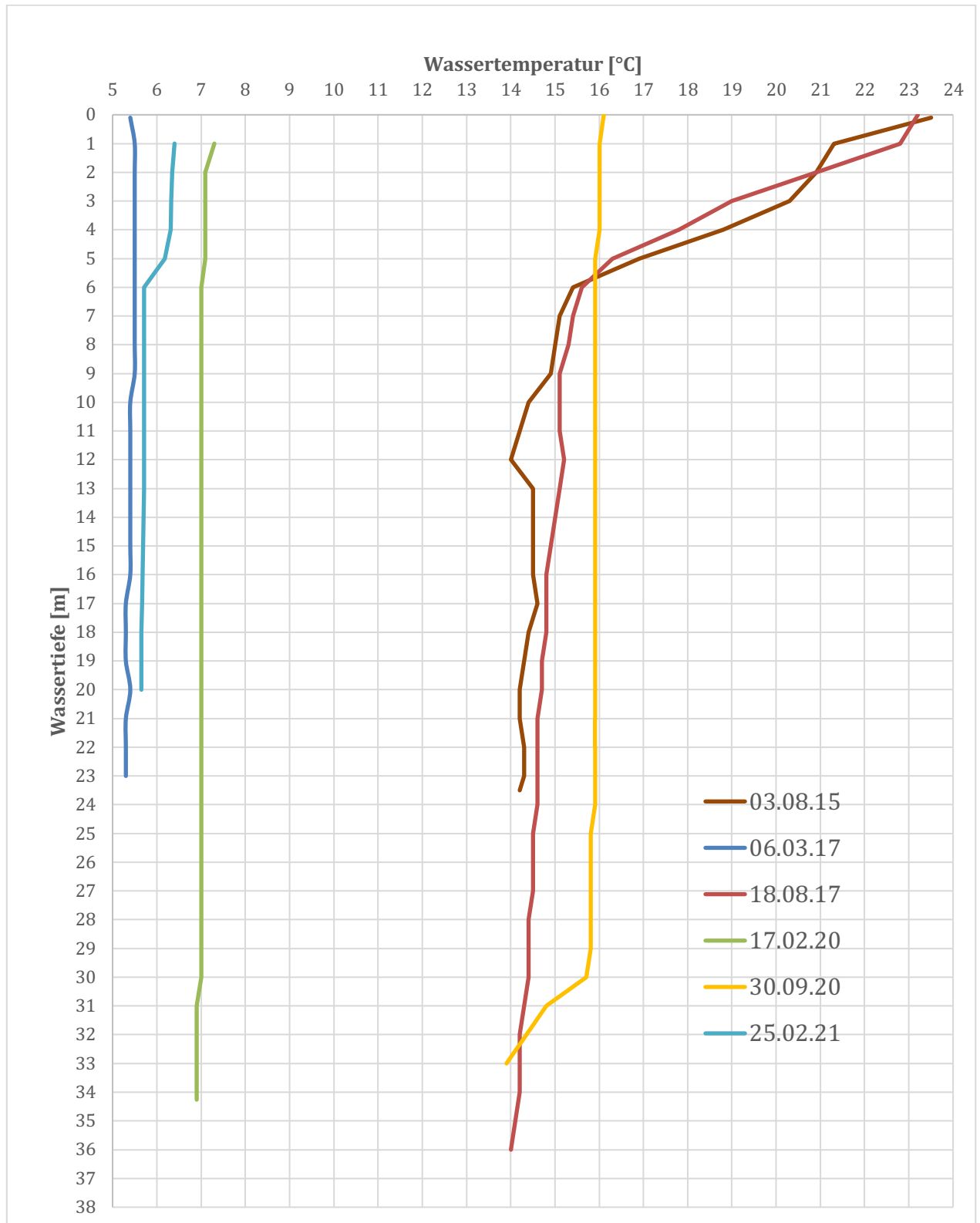


Abbildung 5.1: Tiefenprofile der Wassertemperatur

### 5.2.2 Sauerstoffhaushalt

Infolge des Energieeintrags durch die Baggertätigkeit war das Seewasser stets bis zum Grund mit Sauerstoff versorgt (vgl. Abbildung 5.2). Zu keinem Zeitpunkt hatte sich ein grundnaher sauerstoffarmer Wasserkörper mit O<sub>2</sub>- Gehalten unter 2 mg/l ausgebildet. Der Orientierungswert für einen mesotrophen Status (maximale Ausdehnung der sauerstoffarmen Schicht 10-30 % der Gesamttiefe) wurde demnach deutlich erreicht.

Bei den Messungen am 3.8.15 und am 18.8.17 kam es in der oberflächennahen Wasserschicht zu einem biogenen Sauerstoffeintrag durch Algen, die sich zu diesen Zeitpunkten bei hohen Wassertemperaturen stark vermehrt hatten. Der Rückgang der Sauerstoffgehalte im grundnahen Seewasser am 30.9.20 dürfte durch den Zustrom von sauerstoffarmem Grundwasser verursacht worden sein.

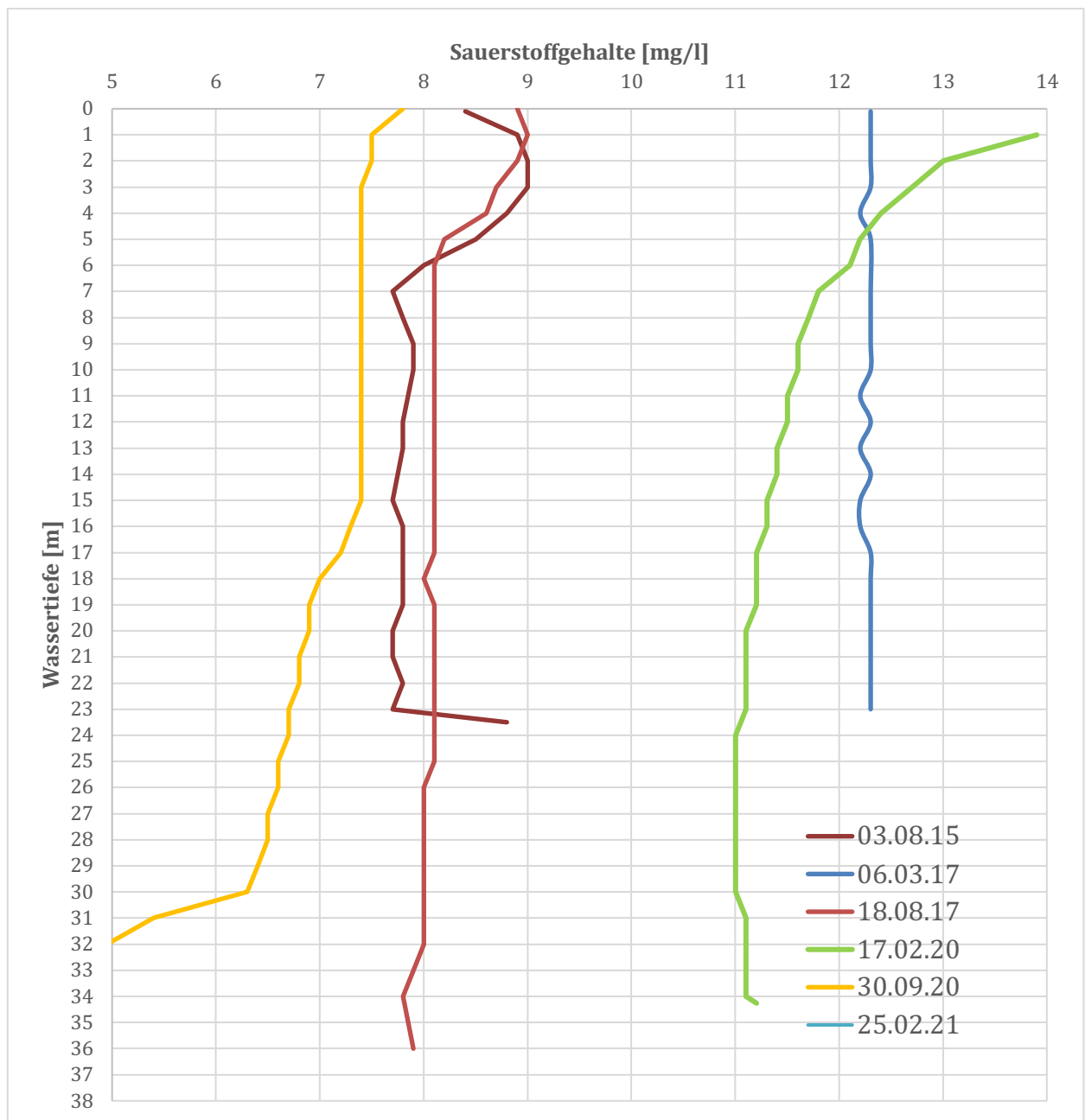


Abbildung 5.2: Tiefenprofile der Sauerstoffgehalte

### 5.2.3 Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Indikator für die Menge der im Wasser gelösten Ionen, sie erreichte im Untersuchungsgewässer mittlere, für die geogene Grundbelastung des Naturraums typische Werte.

Die geringfügig niedrigeren Leitfähigkeitswerte in der oberen, epilimnischen Wasserschicht bei den Messungen im August 2015 und 2017 wurden durch die Stoffaufnahme in Pflanzenbiomasse (Algen) und physikalische Prozesse verursacht. Im Wesentlichen sind dies Vorgänge, die im Zusammenhang mit der physikalischen oder biogenen Entkalkung stehen. Die Zunahme in der Tiefe bei der Messung am 30.9.2020 ergab sich durch den Zustrom von Grundwasser.

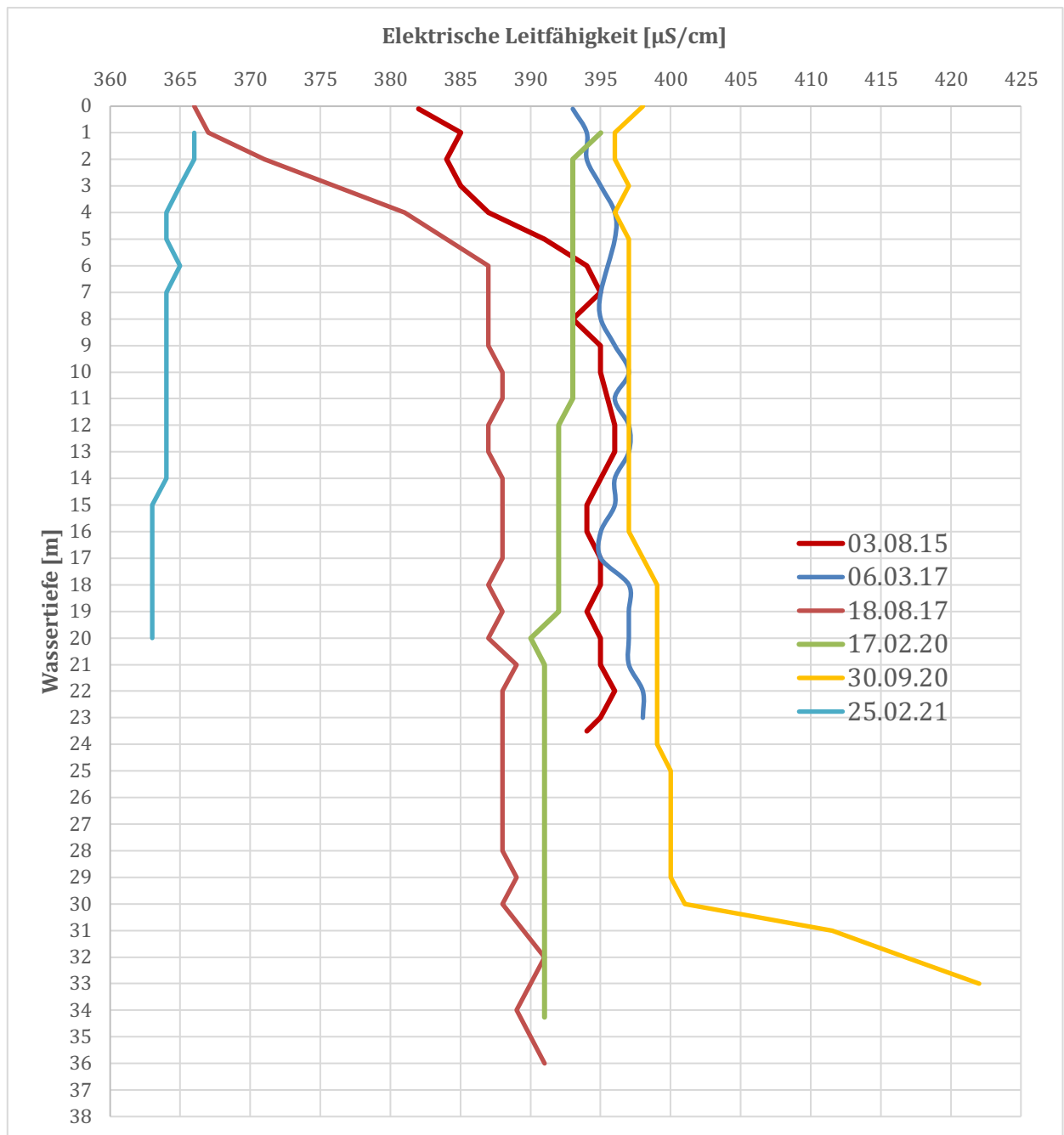


Abbildung 5.3: Tiefenprofile der elektrischen Leitfähigkeit

### 5.2.4 Verteilung ausgesuchter Ionen

Die Konzentrationen und das Verteilungsmuster der Stoffe Sulfat, Chlorid, Hydrogencarbonat, Calcium, Magnesium, Silicium, Kalium und Natrium im Vertikalprofil bzw. im Jahresverlauf (vgl. Tabelle 5.2) können als Indikatoren zur Beurteilung der Gewässergüte genutzt werden.

*Tabelle 5.2: Verteilung ausgesuchter Ionen im Seewasser*

Parameter	Tiefe	9.3.15	3.8.15	18.8.17	30.9.20	19.8.21	WW*	TrinkwV**
Sulfat [mg/l]	Mischprobe	55,3					180	250
	Epilimnion		58	52,2				
	Hypolimnion		57,1	54,2				
	über Grund		56,6	52,9				
Chlorid [mg/l]	Mischprobe	18,6					187,5	250
	Epilimnion		19	18,3				
	Hypolimnion		18,9	18,3				
	über Grund		18,7	18,4				
Säurekapazität bis pH 4,3 [mmol/l]	Mischprobe	2,4						
	Epilimnion		2,1	2,1				
	Hypolimnion		2,2	2,3				
	über Grund		2,3	2,2				
Hydrogencar- bonat [mg/l]	Mischprobe	146,4						
	Epilimnion		128,1	128,1				
	Hypolimnion		134,2	140,3				
	über Grund		140,3	134,2				
Eisen, gesamt [mg/l]	Mischprobe							0,2
	Epilimnion			<0,01				
	Hypolimnion			<0,01				
	über Grund			<0,01				
Eisen, gelöst [mg/l]	Mischprobe	<0,01						
	Epilimnion		<0,01					
	Hypolimnion		<0,01					
	über Grund		<0,01					
Mangan [mg/l]	Mischprobe	<0,01						0,05
	Epilimnion		<0,01	<0,01				
	Hypolimnion		0,001	<0,01				
	über Grund		<0,01	<0,01				
Calcium [mg/l]	Mischprobe	56						
	Epilimnion		55	53				
	Hypolimnion		56	53				
	über Grund		58	57				
Magnesium [mg/l]	Mischprobe	5,1						
	Epilimnion		5,9	5,7				
	Hypolimnion		5,8	5,8				
	über Grund		5,8	5,8				
Silicium [mg/l]	Mischprobe	3,9						
	Epilimnion		7,3	2				
	Hypolimnion		7,7	2,2				
	über Grund		7,7	2,2				
Kalium [mg/l]	Mischprobe	5,1					10	
	Epilimnion		5,1	5,4				
	Hypolimnion		5,2	5,5				
	über Grund		5	5,4				

Parameter	Tiefe	9.3.15	3.8.15	18.8.17	30.9.20	19.8.21	WW*	TrinkwV**
Natrium [mg/l]	Mischprobe	10					160	200
	Epilimnion		11	12				
	Hypolimnion		11	12				
	über Grund		11	11				
Schwefelwas- serstoff [mg/l]	Epilimnion				<0,01			
	Hypolimnion				<0,01			
	über Grund				<0,01			
Sulfid [mg/l]	Hypolimnion			<0,1		<0,1		
	über Grund			<0,1		<0,1		

\* LUBW (2013), Grundwasserüberwachungsprogramm \*\* Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)

In Abhängigkeit von dem Gütezustand eines Sees ergeben sich für die Konzentrationen der hier ausgewählten Stoffe typische Verteilungsmuster im Vertikalprofil bzw. im Jahresverlauf, die auf spezifische Ausprägungen der Stoffwechselprozesse im See hinweisen. Mögliche Anreicherungsprozesse in unterschiedlichen Tiefenzonen würden im Untersuchungsgewässer allerdings wegen der Beeinflussung der Schichtung durch die Baggertätigkeit derzeit nur abgeschwächt auftreten.

Während der Stagnationsphase sinkt biologisches Material aus der produktiven Zone des Sees (Epilimnion) in das Hypolimnion und verursacht dort eine Erhöhung der Gehalte an Hydrogenkarbonat, Calcium und Silizium. In nährstoffreichen Gewässern kommt es dabei u.a. durch die Verlagerung von Algenbiomasse in die Tiefe und ihre anschließende Mineralisierung zu erheblichen Konzentrationsunterschieden zwischen dem Epilimnion und dem Hypolimnion.

Dieser Anreicherungseffekt bestand im Untersuchungsgewässer nicht oder allenfalls in minimalem Umfang. Hinweise auf eine hohe biologische Produktivität ergaben sich daraus also nicht. Sulfat unterlag im See aufgrund der guten Sauerstoffversorgung bis zum Gewässergrund nicht der Reduktion. Die Höhe der Sulfat- wie auch der Chloridkonzentrationen im See wurde maßgeblich von der Qualität des zuströmenden Grundwassers bestimmt, ein Um- oder Abbau der Stoffe findet im See nicht statt. Auch infolge der betriebsbedingten Durchmischung des Wasserkörpers ergaben sich generell nur geringe Unterschiede der Stoffkonzentrationen im Tiefenprofil.

Schwefelwasserstoff und Sulfid wurden nicht nachgewiesen. Insgesamt verweisen weder die absoluten Konzentrationen noch das tiefendifferenzierte Verteilungsmuster auf Gütedefizite im Untersuchungsgewässer. Die erhobenen Messwerte blieben sehr deutlich unter den Warnwerten der LUBW (WW) und den Grenzwerten der TrinkwV (2001).

## 5.2.5 Nährstoffhaushalt und Biomasse

### 5.2.5.1 Phosphorgehalte

Von besonderer Bedeutung für die Belastungssituation eines Sees ist der P-Gehalt des Seewassers, da Phosphor in der Regel in sehr geringen Konzentrationen vorhanden ist und somit das Algenwachstum limitiert. Gesamtphosphor (=Gesamtphosphat-P) war während der Untersuchungstermine nur in sehr geringen Konzentrationen im Seewasser vorhanden (vgl. Tabelle 5.3).

Erhöhungen über Grund, die auf Rücklösungsprozesse für Phosphor hinweisen, waren nicht zu erkennen. Die Werte blieben stets im Bereich der Orientierungsgrößen oder erreichten

ein noch niedrigeres Ausmaß und zeigten damit einen nährstoffarmen Zustand im mesotrophen oder sogar oligotrophen Bereich an.

Der direkt pflanzenverfügbare ortho-Phosphat-Phosphor lag bei allen Messungen unter der Nachweisgrenze.

**Tabelle 5.3: Phosphorgehalte im Seewasser**

Parameter	Tiefe	14.5. 2013	9.3. 2015	3.8. 2015	6.3. 2017	18.8. 2017	20.2. 2020	Orientierungsgrößen mesotroph	
Gesamtphosphat-P [mg/l]	Mischprobe	0,02	<0,01		<0,2			Zirkulation: 0,015 - 0,045*	Saison-MW: 0,02 - 0,035**
	Epilimnion			<0,01		0,02			
	Hypolimnion			0,02		0,02			
	über Grund			<0,01		0,02			
Gesamtphosphat-P (filtriert) [mg/l]	Mischprobe		<0,01				<0,01		
	Epilimnion			<0,01		<0,01			
	Hypolimnion			<0,01		<0,01			
	über Grund			<0,01		<0,01			
ortho-Phosphat-P [mg/l]	Mischprobe		<0,01						
	Epilimnion			<0,01		<0,01			
	Hypolimnion			<0,01		<0,01			
	über Grund			<0,01		<0,01			

\* LfU (2004) \*\* OGewV (2016)

#### 5.2.5.2 Stickstoffgehalte

Die Untersuchung der Stickstoffspezies (vgl. Tabelle 5.4) ergab niedrige Nitratkonzentrationen im See. Die Nitritwerte blieben ebenfalls sehr gering und lagen meist unterhalb der Nachweisgrenze.

Gleiches gilt für Ammonium, das sich aufgrund des oxischen Charakters im Seewasser nicht über Grund anreicherte.

**Tabelle 5.4: Stickstoffgehalte im Seewasser**

Parameter	Tiefe	27.8. 2013	9.3. 2015	3.08. 2015	18.8. 2017	30.9. 2020	19.8. 2021	WW *	TrinkwV**
Ammonium [mg/l]	Mischprobe		<0,01					0,38	0,5
	Epilimnion	<0,05		<0,05	<0,05	<0,04	0,13		
	Hypolimnion	<0,05		<0,05	<0,05	<0,04	0,07		
	über Grund	<0,05		<0,05	<0,05	<0,04	0,06		
Nitrat [mg/l]	Mischprobe		2,5					37,5	50
	Epilimnion			2,2	1,4				
	Hypolimnion			2,7	1,8				
	über Grund			2,6	1,8				
Nitrit [mg/l]	Mischprobe		0,01					0,08	0,1
	Epilimnion			<0,03	<0,01				
	Hypolimnion			<0,03	<0,01				
	über Grund			<0,03	<0,01				

\* LUBW, 2013 Grundwasserüberwachungsprogramm \*\* Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)

#### 5.2.5.3 Weitere Indikatorwerte zur Beurteilung des Nährstoffhaushaltes

Die in der Tabelle 5.5 angegebenen Parameter verweisen auf einen weitgehend ausgeglichenen Zustand des Nährstoffhaushaltes.

Tabelle 5.5: Weitere Indikatorwerte des Nährstoffhaushaltes im See

Parameter	Tiefe	24.03.11	14.05.13	27.08.13	09.03.15	03.08.15	18.08.17	20.02.20	30.09.20	19.08.21	Orientierungsgrößen
TOC [mg/l]	Mischprobe				3,3						
	Epilimnion					2,1	1,2				
	Hypolimnion					1,8	<1				
	über Grund					1,7	<1				
Chlorophyll-a [µg/l]	Epilimnion			1,4		0,2	1		<1	n.b.*	4-12**
Phaeophytin [µg/l]	Epilimnion			2,93		3,77			1,9	6,4	
Sichttiefe [m]	/	1,2	1,6	2,2	1,95	1,6	1,9	1,43	2	1	3,5-2,5***

\* nicht bestimmbar, \*\* LfU (2004) für einen mesotrophen Status, \*\*\* OGewV (2016) für den Grenzbereich gut/mäßig (mesotroph 1)

Die Gehalte des gesamten organischen Kohlenstoffs (TOC) waren gering, was auch mit den sehr niedrigen Chlorophyll-a Gehalten zusammenhängt. Von einer Belastung des Sauerstoffhaushaltes durch die Mineralisierung organischer Wasserinhaltsstoffe ist folglich im Untersuchungsgewässer nicht auszugehen.

Die Chlorophyll-a Werte blieben deutlich unter den Orientierungswerten für einen mesotrophen Status und zeigten einen sehr nährstoffarmen oligotrophen Zustand an. Die Sichttiefenwerte wurden durch den vom Baggerbetrieb verursachten Eintrag mineralischer Trübung in unterschiedlichem Ausmaß vermindert und können demzufolge nicht als Trophieindikator dienen.

### 5.3 Sedimentbeschaffenheit

Wie die in der Tabelle 5.6 angegebenen Werte zeigen, entsprachen die Biomasseanteile und Nährstoffgehalte im Sediment einem mittleren Belastungsniveau im Vergleich zu den Referenzwerten. Während der Auskiesungsphase hat sich bereits ein limnisches Sediment ausgebildet.

Tabelle 5.6: Nährstoffgehalte im Sediment des Baggersees

Parameter	Einheit	Messwerte	Referenzwerte Baggerseen			
		3.8.15	Mittelwert	25. Perz.	90. Perz.	Anzahl
Trockenrückstand	%	78,5				
Phosphor, gesamt	mg/kg TR	954	855	517	1.402	140
Kjeldahl-Stickstoff	Gew%TR	0,27				
Stickstoff gesamt	mg/kg TR	2700	1538	200	3619	119

\* aus dem Messprogramm der LUBW an 67 Baggerseen der Oberrheinebene und Eigenuntersuchungen (73 Seen) in den Jahren 1994-2020

## 5.4 Zusammenfassende Beschreibung des Gewässerzustandes

Die in der Tabelle 5.7 dargestellte zusammenfassende Bewertung zeigt, dass derzeit keine Belastungen oder Negativentwicklungen im Untersuchungsgewässer festzustellen sind. Zusätzlich wird das Zirkulationsverhalten durch die aktive Auskiesungstätigkeit begünstigt.

**Tabelle 5.7: Zusammenfassende Bewertung des Gewässerzustandes**

Parameter	Indikatorbedeutung	Zustand	Orientierungswert	Bewertung
Temperatur & Gewässerschichtung	Bei eingeschränktem Zirkulationsverhalten (Meromixis) entwickeln sich Sauerstoffdefizite.	See zirkuliert, das Zirkulationsverhalten wird auch durch die Auskiesungstätigkeit gefördert.	/	Positiv
Sauerstoffhaushalt	Sauerstoffdefizite weisen auf ein Überangebot an Nährstoffen und hohe Zehrungsintensität der Sedimente hin.	Keine Sauerstoffdefizite im Tiefenwasserkörper. Auskiesungstätigkeit verbessert die Sauerstoffsituation.	Höchstens 30% der Wassersäule über Grund O <sub>2</sub> -Gehalt <2mg/L	Positiv
Leitfähigkeit	Ionenanreicherungen in der Tiefe weisen auf hohe Trophie hin.	Die Leitfähigkeitswerte nehmen im Sommer mit der Seetiefe nur geringfügig zu. Die Auskiesung fördert die Durchmischung.	/	Positiv, keine Belastung erkennbar.
Phosphorgehalte	Erhöhte Phosphorkonzentrationen begünstigen das Algenwachstum und indirekt Sauerstoffdefizite.	Sehr geringe Phosphorgehalte im Wasserkörper. Keine Rücklösung in der Tiefe.	0,015 bis 0,045 mg/L	Positiv, noch geringere Nährstoffbelastung als der Orientierungswert fordert.
Chlorophyll-a Gehalte	Hohe Chlorophyll-a Gehalte indizieren starkes Algen- und Cyanobakterienwachstum.	Niedrige Chlorophyll-a Gehalte im Wasserkörper infolge geringer Phosphorkonzentrationen und intensiver Wasserumwälzung durch die Auskiesungstätigkeit.	4-12 µg/L	Positiv, Messwerte liegen deutlich unter dem Orientierungswert.
Sichttiefe	Geringe Sichttiefenwerte sind ein Indikator für Algen- und Cyanobakterienmassenentwicklungen.	Sichttiefenwerte durch Auskiesungstätigkeit (mineralische Trübe) vermindert.	3,5 – 2,5 m	Wegen betriebsbedingten Eintrags mineralischer Trübe nicht als Trophieindikator geeignet.

## **6 Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen auf die Seewasserqualität**

### **6.1 Ausgangssituation**

Bevor die Maßnahmenauswirkungen auf das Untersuchungsgewässer mittels einer Modellierung der relevanten Qualitätsparameter im Detail ermittelt werden (vgl. Kapitel 7), sollen hier zunächst die grundsätzlichen Einflusspotentiale auf die Wasserbeschaffenheit, mit denen infolge der Installation einer SPV-Anlage zu rechnen ist, dargestellt werden. Auf künstlichen Stillgewässern bzw. erheblich veränderten Stillgewässern ist die Installation von schwimmenden Photovoltaik (SPV)-Anlagen prinzipiell möglich, wenn deren Einwirkungen keine negativen Folgen für die Gewässergüte verursachen.

Allerdings liegen derzeit noch keine Untersuchungen vor, die eine allgemeine Abschätzung und auf verschiedene Einzelfälle übertragbare Quantifizierung der aus dieser Nutzung erwartbaren Belastungen ermöglichen. Die bisher erstellten Studien beziehen sich zumeist auf konkrete Vorhaben und bilden nicht das gesamte Spektrum möglicherweise betroffener Parameter und Untersuchungsgegenstände ab, wie:

- Zirkulationsverhalten
- Temperaturhaushalt
- Seeverdunstung
- Sauerstoffhaushalt
- Algen- und Cyanobakterienentwicklung (Artenzusammensetzung, Chl-a)
- Zooplankton
- Makrozoobenthos
- Fischfauna
- Wasserpflanzen
- Lebensraum im Seeumfeld lebender Organismen (z.B. Avifauna, Fledermäuse, Biber, Fischotter etc.)
- Nährstoffhaushalt
- Entwicklung benthischer Cyanobakterien als Aufwuchs auf den Schwimmkörpern
- Entwicklung von Schwachlicht-Cyanobakterien-Arten (z.B. *Planktothrix rubescens*) im abgeschatteten Bereich
- Mögliche sekundäre Belastungen z.B. durch Antifouling, Leaching, Freisetzung von Mikroplastik etc.

Beeinflusst werden diese Parameter durch drei Faktorenkomplexe, wobei der Erste den mit Abstand größten Effekt auf die Seewasserbeschaffenheit ausübt.

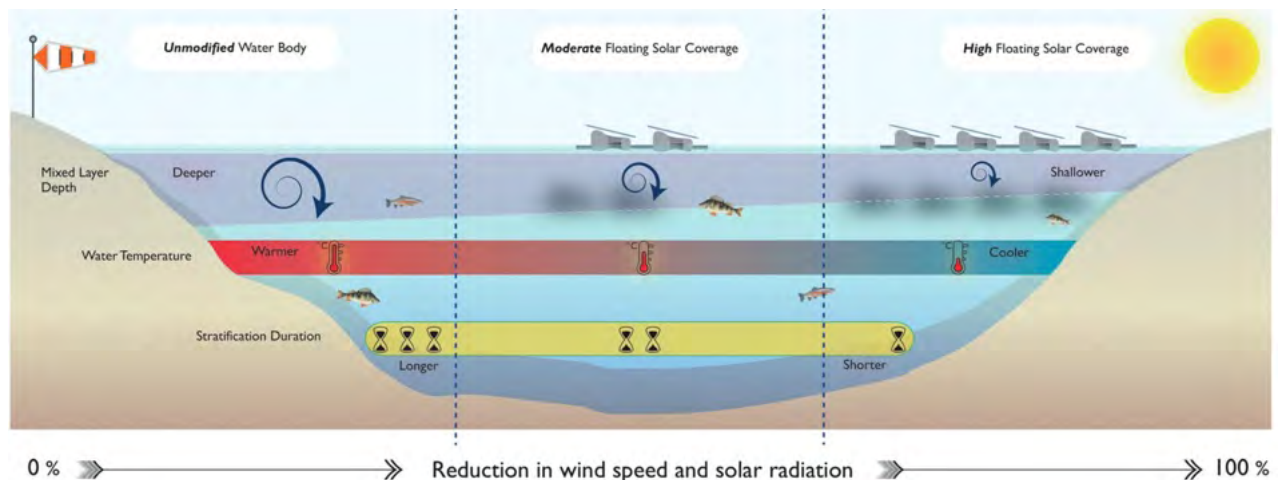
## 6.2 Potentielle Einflussfaktoren

### 6.2.1 Faktorenkomplex 1 (primäre Wirkgrößen)

Der Faktorenkomplex 1 wird primär durch Veränderungen folgender meteorologischer Wirkgrößen, die mit der Installation einer SPV-Anlage einhergehen, bestimmt:

- Globalstrahlung [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]
- Langwellige Rückstrahlung [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]
- Windgeschwindigkeit [ $\text{m}/\text{s}$ ]
- Lufttemperatur [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Dampfdruck [ $\text{hPa}$ ]
- Niederschlagshöhe [ $\text{mm}$ ]

Die Kenntnis der Veränderung dieser Wirkgrößen ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Beurteilung vorhabensbedingter Auswirkungen einer SPV-Anlage auf die Seewasserbeschaffenheit. Diese Wirkfaktoren beeinflussen den Temperaturhaushalt und die Gewässerschichtung (vgl. Abbildung 6.1), aber auch den Lichthaushalt sowie den Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt eines Gewässers und damit die gesamte Seeökologie. Mit einer Veränderung dieser Wirkgrößen verändert sich auch die Lebensraumfunktion für Fische, Wasserpflanzen sowie Zoo- und Phytoplankton. Auch das Entwicklungspotential von Cyanobakterien kann beeinflusst werden.



**Abbildung 6.1: Veränderung der Wassertemperatur und Gewässerschichtung durch Solarmodule (Abb. aus Exley et al. 2021)**

Die meteorologischen Wirkgrößen werden durch die Exposition von schwimmenden Solarmodulen in unterschiedlichem Umfang beeinflusst, wobei sich direkte Auswirkungen vor allem für die Wassertemperatur und dementsprechend auch für das Zirkulationsverhalten ergeben (vgl. Tabelle 6.1). Dabei können wegen mitunter gegenläufigen Beeinflussungen (Verringerung bzw. Verstärkung) einzelner Wirkgrößen die Auswirkungen der einen durch Auswirkungen einer anderen abgeschwächt werden. Die Verringerung der Zirkulationsintensität durch die stärkere Windabschattung z.B. wird teilweise (oder auch ganz) durch den verminderten Wärmeeintrag (Globalstrahlung) und die damit verbundene Abnahme der Schichtungsstabilität kompensiert.

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

**Tabelle 6.1: Vorhabensbedingte Beeinflussung meteorologischer Wirkgrößen**

Nr.	Meteorologischen Wirkgrößen	Effekt durch PV-Module	Auswirkungen auf	
			Wassertemperatur	Zirkulationsintensität
1.	Globalstrahlung [W/m <sup>2</sup> ]	Abschwächung	Verringerung	Verstärkung
2.	Langwellige Strahlung [W/m <sup>2</sup> ]	Verstärkung	Erhöhung	Verringerung
3.	Gesamteinstrahlung (1. + 2.)	Abschwächung	Verringerung	Verstärkung
4.	Windgeschwindigkeit [m/s]	Abschwächung	Erhöhung	Verringerung
5.	Lufttemperatur [°C]	Verstärkung	Erhöhung	Erhöhung
6.	Dampfdruck [hPa]	Verstärkung	sehr geringe Erhöhung	sehr schwache Verringerung
7.	Niederschlagshöhe in mm	kein	/	/

Die direkten Auswirkungen durch Veränderungen der meteorologischen Wirkgrößen verursachen mittelbare Auswirkungen auch für die physikalischen, chemischen und biochemischen Beschaffenheitskennwerte eines Gewässers sowie für das Besiedlungsbild.

### **6.2.2 Faktorenkomplex 2**

Der Faktorenkomplex zwei wird bestimmt durch indirekte Beeinflussung der chemisch-physikalischen Wasserbeschaffenheit, die sich ergeben aus:

- der Freisetzung von Stoffen (Leaching) aus den Schwimmkörpern und den Solarmodulen,
- der Beeinflussung durch Antifouling und
- dem Eintrag von Mikroplastik in das Gewässer.

Die zu diesem Faktorenkomplex gehörenden Einflüsse werden in starkem Umfang vom Anlagendesign bestimmt.

### **6.2.3 Faktorenkomplex 3**

Der Faktorenkomplex 3 beeinflusst mittelbar durch bau-, anlagen- und betriebsbedingte Effekte die Seewasserbeschaffenheit sowie das Besiedlungsbild und ggf. die Lebensraumtypen. Er besteht aus sehr unterschiedlichen Wirkfaktoren. In diesem Zusammenhang sind zu nennen:

- Beeinflussung der Eigenart, Vielfalt, Schönheit und Erholungseignung der Landschaft sowie sonstige Auswirkungen auf das Landschaftsbild.
- Beeinflussung der chemisch-physikalischen Wasserbeschaffenheit und Lebensräume durch technische Komponenten, wie:
  - Veränderung des Sauerstoffaustauschs zwischen Seeoberfläche und Wasserkörper durch den Überdeckungsgrad der Schwimmkörper
  - Beeinflussung der Wasserbeschaffenheit und der Lebensraumtypen durch Faktoren wie Netzanbindung
  - Beeinflussung der Sediment- und Besiedlungsstruktur durch die Verankerungssysteme (Schwoikreise)

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

- Beeinflussung des Sedimentationsverhaltens durch absedimentierenden Aufwuchs nach Exposition der Schwimmkörper (z.B. Benthos)
- Beeinflussung der Emergenz von Insektenlarven (Chironomiden) durch die SPV-Anlage
- Auswirkungen der Wechselrichteranlage (auf dem Gewässer / an Land)
- Beeinträchtigung der Wasserbeschaffenheit, der Lebenswelt sowie der Lebensraumtypen durch Havarieereignisse und Gewässernutzungen

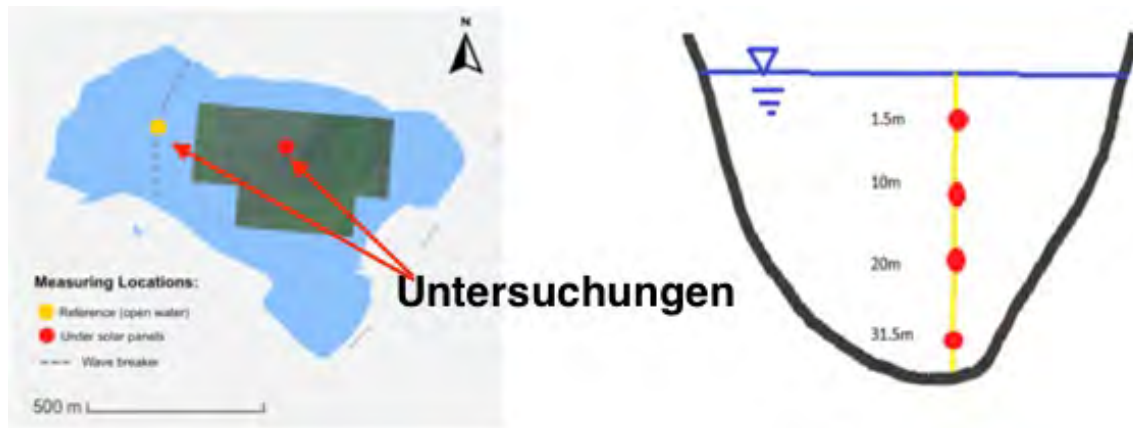
### **6.3 Auswirkungen hydrodynamischer Prozesse im See**

Mögliche Auswirkungen für die Seewasserbeschaffenheit durch die PV-Module, wie z.B. Veränderungen des Temperaturhaushaltes, können mitunter infolge der hydrodynamischen Prozesse (Vermischung) im See sehr schnell ausgeglichen werden. Eine Verringerung der Wassertemperatur unter den Modulen wird zumeist durch die Transportprozesse im See nivelliert und ist durch Differenzmessungen kaum noch zu erfassen. Gleichwohl ergeben sich maßnahmenbedingte Auswirkungen, die allerdings den gesamten Seebereich betreffen und hinsichtlich ihres Ausdehnungsverhaltens z.B. mit Trübungsprozessen vergleichbar sind, wie sie durch punktuelle Einleitungen von Kieswaschwasser entstehen (vgl. Abbildung 6.2).



*Abbildung 6.2: Ausbreitung der Gewässertrübung in einem Baggersee der Oberrheinebene (Foto Boos)*

Differenzmessungen, wie sie bei der Untersuchung der Vorhabensauswirkungen am Bomhofspas See in Zwolle durchgeführt wurden (De Lima et al. 2021), sind folglich zur Feststellung der Vorhabensauswirkungen nur bedingt geeignet.



*Abbildung 6.3: Untersuchung der Vorhabenauswirkungen am Bomhofsplas See in Zwolle (de Lima et al. 2021).*

Wie stark hydrodynamische Vorgänge in einem See zur horizontalen Angleichung von lokalen Belastungsgradienten führen können, ist beispielsweise auch aus der Verteilung der Parameter Temperatur, Sauerstoff und elektrische Leitfähigkeit in dem teilweise von Teichlinsen überdeckten Kölner Altrheinarm Untere Groov (vgl. Abbildung 6.4) zu ersehen.



*Abbildung 6.4: Teichlinsenüberdeckungen an der Unteren Groov (Bildvorlage Google)*

Die hier mit einer CTD-Sonde am 16.8.2021 an 6010 Messpunkten erfassten Werte (vgl. Tabelle 6.2) zeigen, dass im Bereich der Teichlinsenbedeckung und im unbedeckten Wasser nur geringe Unterschiede auftreten, da es infolge der Horizontalströmungen zu einer raschen Angleichung kommt. Die insgesamt geringen Sauerstoffwerte und die für ein Flachgewässer im Sommer vergleichsweise niedrige Wassertemperatur belegen aber, dass die Teichlinsenüberdeckung deutliche Auswirkungen für das gesamte Gewässer hat.

**Tabelle 6.2: Veränderung von Beschaffenheitskennwerten bei teilweiser Überdeckung mit Teichlinsen**

	Temperatur [°C]	Sauerstoffgehalt [mg/L]	Sauerstoffsättigung [%]	el. Leitf <sub>25</sub> [µS/cm]
Teichlinsenbedeckung 100 %	21,64	4,78	54,48	403,05
Teichlinsenbedeckung < 1%	21,28	4,83	54,63	404,86

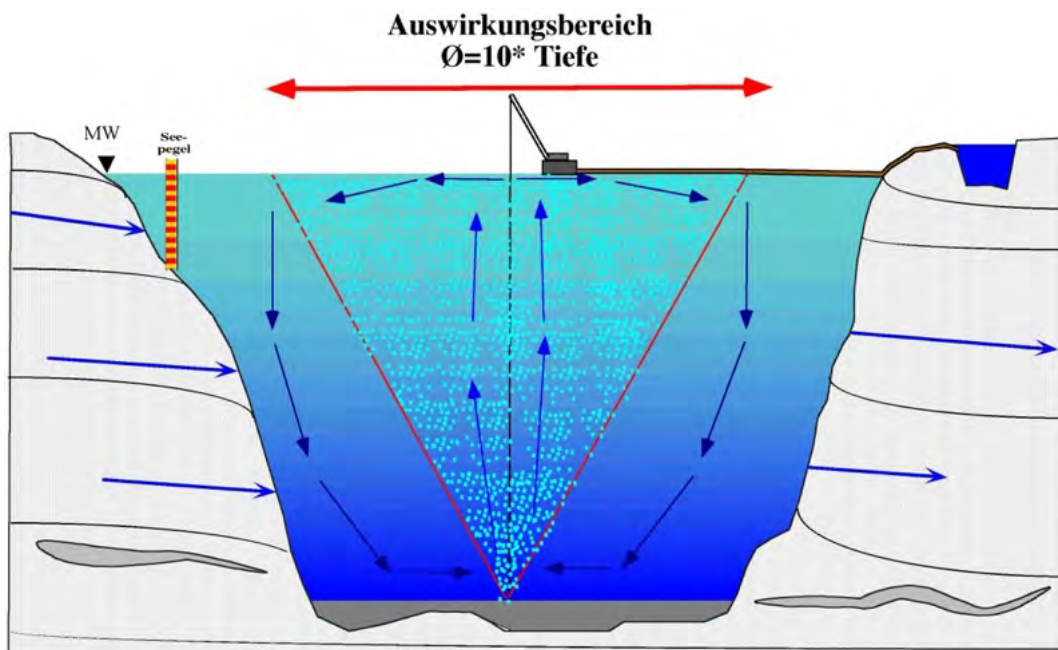
Es ist anzunehmen, dass auch die Überdeckung mit Solarmodulen zwar Effekte auf die Seewasserbeschaffenheit, z.B. in Form eines Rückgangs der Sauerstoffgehalte, ausübt, diese aber aufgrund der Austausch- und Vermischungsvorgänge innerhalb des gesamten Seevolumens nicht zu lokal begrenzten Veränderungen der Wasserbeschaffenheit führen. Daher können diese Auswirkungen auch nicht durch Differenzmessungen erfasst werden.

### 6.4 Maßnahmenfolgen überlagernde (maskierende) Einflussgrößen

Seen, in denen schwimmende PV-Anlagen installiert wurden bzw. in naher Zukunft installiert werden sollen, sind in der Regel künstliche Gewässer, die anthropogene Überformungen und Mehrfachnutzungen aufweisen. Daraus können sich Beeinflussungen ergeben, die ähnliche Wirkungen entfalten wie installierte Solarmodule und somit die Herausarbeitung der davon ausgehenden Effekte erschweren, da sie diese quasi maskieren. In diesem Zusammenhang ist primär die Kiesgewinnung zu nennen, die zu erheblichen Veränderung des Einschichtungs- und Durchmischungsverhaltens sowie der Gewässertrübung in Baggerseen führt. Als Haupteinflussfaktoren fungieren dabei:

- Die Abaggerung mittels Schaufelbagger
- Wasserentnahme und Rückleitung durch Saugbagger
- Kieswäsche und Rückleitung von Kieswaschwasser

Durch die Kiesentnahme mit einem Bagger ergibt sich ein direkter Auswirkungsbereich mit einem Durchmesser, der etwa dem 10-fachen der Wassertiefe unter dem Bagger entspricht (vgl. Abbildung 6.5).



**Abbildung 6.5: Direkter Auswirkungsbereich der Baggertätigkeit in einem Baggersee**

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

Allerdings kommt es durch Ausgleichsströmungen zu einer vollständigen Beeinflussung des gesamten Wasserkörpers über wenige Tage (vgl. Abbildung 6.6). Dabei ergeben sich erhebliche Auswirkungen für den Gewässerzustand, die Baggerseen in Auskiesung bei ansonsten identischen Kennwerten (Morphologie, Hydrologie etc.) deutlich von Seen ohne Baggerbetrieb unterscheiden. Dies gilt vor allem im Hinblick auf:

- Höhere Temperaturen im Hypolimnion
- Geringere Temperaturdifferenzen zwischen epilimnischem und hypolimnischem Wasserkörper
- Abgeschwächte Algenentwicklung im Epilimnion aufgrund erhöhter mineralischer Trübung, geringerer Sichttiefe und verstärkter Turbulenzen (Vertikalvermischung)
- Eine verbesserte Sauerstoffversorgung im Hypolimnion
- Einen ausgeglichenen Sauerstoffhaushalt im Epilimnion nahe des Sättigungsbereiches



*Abbildung 6.6: Verteilung mineralischer Trübung im Petersee bei Achern durch Ausgleichströmungen über den unmittelbaren Einwirkungsbereich hinaus (Luftbild Boos 2006)*

## 6.5 Empfindlichkeitsstufen unterschiedlicher Baggerseetypen gegenüber SPV-Anlagen

Unabhängig von den im Einzelfall konkret zu erwartenden Auswirkungen einer SPV-Anlage für einzelne Baggerseen lassen sich grundsätzlich Empfindlichkeitsstufen unterschiedlicher Baggerseetypen definieren. Das Ausmaß der Empfindlichkeit gegenüber den oben beschriebenen Faktorenkomplexen (vgl. Kapitel 6.2) wird wesentlich bestimmt vom Betriebsstatus (in Auskiesung oder Auskiesung abgeschlossen), der Gewässertiefe und der Anbindung des Sees an Fließgewässer und/oder Grundwasser (vgl. Tabelle 6.3).

**Tabelle 6.3: Empfindlichkeit unterschiedlicher Baggerseetypen gegenüber der Installation einer SPV-Anlage**

Seetyp	Baggerseen in Auskiesung	Baggersee stillgelegt	Baggerseen flach (Tmax <10-20 m)	Baggerseen tief (Tmax >10-20 m)	Baggerseen fließgewässerangebunden	Baggerseen grundwasserangebunden	Empfindlichkeit gegenüber SPV
1	x		x		x		<b>sehr gering</b>
2	x		x			x	<b>mäßig</b>
3	x			x	x		<b>sehr gering</b>
4	x			x		x	<b>sehr gering</b>
5		x	x		x		<b>mäßig</b>
6		x	x			x	<b>hoch</b>
7		x		x	x		<b>sehr gering</b>
8		x		x		x	<b>mäßig</b>

Die höchste Empfindlichkeit gegenüber einer Nutzung durch SPV-Anlagen ist bei flachen, grundwasserdominierten Seen ohne Auskiesungstätigkeit (Seetyp 6) aufgrund eines höchstens mäßigen Nährstoffdargebots geringer Algentrübe sowie Makrophytendominanz zu erwarten. Während der Auskiesungsphase hingegen bilden flache, grundwasserdominierte Baggerseen (Seetyp 2) eine nur mäßige Empfindlichkeit aus.

Mit sehr geringen Empfindlichkeiten ist bei tiefen Baggerseen in der Auskiesungsphase zu rechnen (Seetypen 1, 3 & 4). Dabei spielt neben der permanenten, betriebsbedingten Wasserzirkulation, die eine gleichmäßige Stoff- und Sauerstoffverteilung fördert, auch die mineralische Trübung eine Rolle, in deren Folge die Beschattungsfunktion durch eine SPV-Anlage geringere ökologische Auswirkungen hervorruft als in Seen mit hohen Sichttiefen.

Nach dem Ende der Auskiesung steigt die Empfindlichkeit tiefer, grundwasserangebundener Baggerseen (Seetyp 8), in denen sich unter natürlichen Bedingungen nun hohe Sichttiefen ausbilden, infolge der Beschattung durch die SPV-Anlagen an, erreicht aber immer noch ein nur mäßiges Ausmaß. Für tiefe, fließgewässerangebundene Baggerseen (Seetyp 7) erhöht sich die Empfindlichkeit nach dem Auskiesungsende weniger, da infolge der Nährstoffeinträge mit dem Oberflächenzufluss hier mit stärkeren Algenentwicklungen und demnach einer ohnehin geringeren Sichttiefe zu rechnen ist.

Mit einer mäßigen Empfindlichkeit ist in flachen, fließgewässerangebundenen Baggerseen (Seetyp 5) bereits während der Auskiesungsphase zu rechnen.

Das Untersuchungsgewässer als noch betriebener, grundwasserangebundener Baggersee mit einer Wassertiefe von deutlich mehr als 10 m und ohne Fließgewässerzufluss ist dem Seetyp 4 zuzuordnen. Für derartige Seen sind die geringe/fehlende Gewässerschichtung, erhöhte Turbulenzen und verstärkte mineralische Trübungen infolge der Auskiesungstätig-

keit charakteristisch. Die Grundwasserdominanz in Verbindung mit der hohen Wassertiefe sorgt dafür, dass sich auch nach Einstellung der Auskiesungstätigkeit ein allenfalls mäßig nährstoffreicher, wahrscheinlich sogar nährstoffarmer Gewässerzustand mit Makrophyten-dominanz entwickelt. Aufgrund der hohen Wassertiefe wird die von Solarmodulen ausgehende Beschattung negative Auswirkungen auf das Besiedlungspotential für höhere Wasserpflanzen und Armleuchteralgen nur verursachen, wenn ufernahe Flachwasserbereiche berührt sind, deren Tiefe geringer als das 2,5-fache der Sichttiefe ist.

## **6.6 Darstellung und Quantifizierung maßnahmenverursachter Effekte in der aktuellen Fachliteratur**

### **6.6.1 Auswahlkriterien für die Nutzung der Literaturquellen**

Derzeit existieren nur wenige Baggerseen, an denen die Wirkung von PV-Anlagen untersucht werden könnte. Meist weisen diese Baggerseen eine vergleichsweise geringe Anlagengröße mit entsprechend niedriger Flächenüberdeckung ( $\ll 10\%$ ) auf und befinden sich zudem noch in der Auskiesung. Daher eignen sich diese Seen nur begingt als Referenzgewässer, da mögliche Veränderungen des Gewässerzustandes durch Einwirkungen der SPV-Anlagen im Vergleich zu den Effekten, die von der Baggertätigkeit ausgehen, nur ein geringes Ausmaß annehmen können und nicht verlässlich darstellbar sind.

Eine allgemeine Darstellung und Quantifizierung maßnahmenverursachter Effekte erfolgt daher im Rahmen einer Literaturlauswertung. Bei der Auswahl der gesichteten Literatur wurden folgende Kriterien zu Grunde gelegt:

1. Ausreichende Berücksichtigung hydrodynamischer Prozesse bei der Bewertung der Einflussgrößen (vgl. Kapitel 6.3).
2. Darstellung maskierender Einflussgrößen, die ähnliche Auswirkungen auf die Gewässergüte verursachen wie die Solarnutzung, aber nicht von dieser selbst ausgehen (z.B. Intensivierung der Zirkulation durch Baggerbetrieb, Gewässertrübung durch Kieswaschwasser etc.) und damit die Erfassung der Maßnahmenauswirkungen erschweren (vgl. Kapitel 6.4).
3. Genaue Quantifizierung der meteorologischen Wirkgrößen (Faktorenkomplex 1, siehe Kapitel 6.2.1).
4. Weitere Angaben zu sekundären Einflussgrößen (Faktorenkomplex 2 und 3, siehe Kapitel 6.2.2 und 6.2.3).

Im Idealfall sollten Literaturquellen, die Auswirkungen von SPV-Modulen auf die Wasserqualität einzelner Seen darstellen, zu allen oben aufgeführten Punkten Informationen liefern. Das Ausmaß der dabei erreichten Informationstiefe bestimmt den Nutzen der Quelle für die jeweilige Aufgabenstellung. Unter diesem Aspekt wurde die gesichtete Literatur, wie am folgenden Beispiel (siehe Tabelle 6.4) dargestellt, ausgewertet.

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

**Tabelle 6.4: Auswertung einer Literaturquelle (Beispiel)**

1	De Lima, R.L.P.; Paxinou, K.; C. Boogaard, F.; Akkerman, O.; Lin, F.-Y. In-Situ Water Quality Observations under a Large-Scale Floating Solar Farm Using Sensors and Underwater Drones. Sustainability 2021, 13, 6421. <a href="https://doi.org/10.3390/su13116421">https://doi.org/10.3390/su13116421</a>	
2	Seetyp, Gewässernutzung und Untersuchungsschwerpunkt	In Auskiesung befindlicher Baggersee (Bomhofsplas See bei Zwolle. Fläche 63 ha, T <sub>max</sub> = 35m, Überdeckung durch PV-Module 18,25 ha, Überdeckungsgrad 29%). Untersucht wird im Rahmen einer <b>empirischen Studie</b> der Effekt, den Solarmodule auf einen noch in Auskiesung befindlichen Baggersee ausüben.
3a	Berücksichtigung hydrodynamischer Prozesse bei der Bewertung der Einflussgrößen	Untersucht wurden Temperatur, O <sub>2</sub> -Gehalt sowie Leitfähigkeit im Freiwasserkörper und unter den Solarmodulen. Auf die Auswirkungen hydrodynamischer Effekte, die zum Ausgleich der Wertedifferenzen unter den Solarmodule und im Freiwasserkörper führen, wurde nicht eingegangen.
3b	Erfassung maskierender Einflussgrößen	Auf Einflussgrößen der Kiesgewinnung, welche die vorhabensbedingten Effekte maskieren können, wurde nicht eingegangen
3c	Quantifizierung der primären met. Wirkgrößen	Es werden keine Angaben zur Beeinflussung meteorologischer Wirkgrößen gemacht.
4a	Temperaturhaushalt, Zirkulations- und Schichtungsverhalten	Die Änderungen zwischen Referenzpunkt im Freiwasserkörper und Messstelle unterhalb der PV Anlage sind bei den Temperatur- und Leitfähigkeitswerten sehr gering. Temperaturhaushalt, Leitfähigkeit und Einschichtungsverhalten sind folglich von der Maßnahme nur in geringem Umfang betroffen.
4b	Sauerstoffhaushalt (Auswirkungen durch veränderte physikalische und biogene Belüftung)	Die Standortunterschiede der Sauerstoffwerte legen nahe, dass durch die Anlage eine Minderung der Sauerstoffwerte infolge geringerer physikalischer Belüftung und geringerem biogenem Sauerstoffeintrag verursacht wird. Die insgesamt aber immer noch hohen Sauerstoffwerte im See lassen nicht auf eine starke Überformung des noch in Auskiesung befindlichen Baggersees schließen.
4c	Ab- und Umbauvorgänge im Wasserkörper (Gewässersgüte)	Nicht untersucht
4d	Entwicklung des Besiedlungsbildes insbesondere von Makrophyten und Phytoplankton	Nicht untersucht
4e	Entwicklung von Cyanobakterien	Nicht untersucht
4f	Freisetzung von Mikroverunreinigungen	Nicht untersucht
5	Informationsgehalt und Nutzbarkeit für die Aufgabenstellung	Die Studie stellt eine umfangreiche Erhebung physikalischer Kennwerte an einem bestehenden See mit intensiver Nutzung durch SPV Anlagen dar, die den direkten Einwirkungsbereich der SPV Anlage erfasst. Nicht untersucht wurde der Nährstoffhaushalt mit den Trophiemerkmalen (C-N-P) oder biotischen Parametern wie Algen- und Wasserpflanzenentwicklung. Eine Bewertung der Vorhabensauswirkungen ist nur eingeschränkt möglich, da sich die Untersuchung auf Standortunterschiede an nur einem Gewässer beschränkt und die zwischen den Standorten stattfindenden Austauschprozesse keine Berücksichtigung finden.

Die Literatur zur Bewertung der Umweltrelevanz von schwimmenden Photovoltaik (SPV)-Anlagen kann in drei Kategorien gefasst werden:

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

1. Empirische Studien an bestehenden Gewässern durch Messung der von SPV-Anlagen ausgehenden Effekte.
2. Modellstudien zu den Auswirkungen von SPV-Anlagen für die Seewasserbeschaffenheit auf der Grundlage mathematischer Verfahren.
3. Eine Kombination von empirischen Erhebungen mit Modellberechnungen (im Folgenden: Kombinationsstudien), die eine Modell-Kalibrierung ermöglichen, um mittels des validierten Modells übertragbare Aussagen für unterschiedliche Seen mit verschiedenen Nutzungsintensitäten (Ausbaustufen) machen zu können.

### **6.6.2 Empirische Studien**

#### 6.6.2.1 DeLima et al. (2021)

DeLima et al. (2021) haben an einem noch betriebenen Baggersee in Holland (Bomhofspas See bei Zwolle) mit einer Fläche von 63 ha, einer Maximaltiefe von 35m und einer Überdeckung durch PV-Module von 18,25 ha (Überdeckungsgrad 29%) vorhabensbedingte Effekte durch Differenzmessungen zwischen dem von der Anlage beanspruchten Seebereich und dem unbeeinflussten Freiwasserkörper untersucht. Quantitative Angaben zur anlagebedingten Veränderung der primären meteorologischen Wirkgrößen wurden nicht vorgenommen.

Bei dem Überdeckungsgrad von 29% ergaben sich bezüglich Temperaturhaushalt und Schichtungsverhalten kaum messbare Unterschiede zwischen Einwirkungsbereich (unterhalb der Schwimmflöße) und Freiwasserkörper.

Für den Sauerstoffhaushalt wurden deutlichere Unterschiede ermittelt. Da die Sauerstoffverhältnisse aber immer noch als gut anzusehen sind, lassen sich daraus keine erheblichen vorhabensbedingten Beeinträchtigungen ableiten. Aussagen zu anderen Qualitätskomponenten (Nährstoffe, Algenentwicklung etc.) wurden nicht gemacht.

Zu relativieren sind die Ergebnisse bezüglich der folgenden beiden Punkte:

- Zum einen verwischen die hydrodynamischen Ausbreitungsvorgänge (Stofftransport) die Standortunterschiede zwischen Freiwassermessstelle und Messpunkt unter dem Anagenkörper. Diese Wasserströmungen wurden im Rahmen der Studie nicht berücksichtigt.
- Zum anderen ergeben sich durch die noch bestehende Auskiesungstätigkeit maskierende Effekte, die das Vermischungsverhalten und den Sauerstoffhaushalt positiv beeinflussen, so dass das Ausmaß der anlagenverursachten Beeinflussungen nicht in vollem Umfang herausgearbeitet werden kann.

Die Kernaussage der Studie lautet: Bezogen auf das Untersuchungsgewässer sind bei einem Überdeckungsgrad von 29% keine erheblichen Beeinträchtigungen des Zirkulationsverhaltens und des Sauerstoffhaushaltes zu erwarten.

#### 6.6.2.2 Mathijssen et al. (2020)

Mathijssen et al. (2020) untersuchten die Auswirkungen einer Teilüberdeckung mit Solarmodulen auf einem Wasserreservoir in Kralingen (Niederlande), das eine Seefläche von 2,7 ha und ein Volumen von 72.000 m<sup>3</sup> aufweist. Die Expositionsfläche der SPV-Anlage beträgt 8000 m<sup>2</sup> und erreicht damit einen Bedeckungsgrad von 30%. In dem zur Trinkwasser-

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

gewinnung genutztem Gewässer wurden der Einfluss der Solarmodule auf die Trinkwasserbeschaffenheit untersucht und Aussagen zur Keimbelastung sowie zur Schadstofffreisetzung aus dem Material (Leaching) gemacht. Im Vordergrund standen demnach Fragestellungen zu den Auswirkungen auf die Absterberaten der Dauerstadien von Cryptosporidien, Giardien und Campylobacter sowie zum Freisetzungspotential von Schwermetallen durch Leaching.

Bezogen auf den anlagenspezifischen Überdeckungsgrad von 30% wird der Effekt für die Eliminationsrate von Keimen als gering angesehen. Ein Leaching von Schwermetallen aus PE-Schwimmkörpern, PE-Bauteilen, Dichtmaterial und Solarmodule war feststellbar, aber sehr gering und verursachte lediglich Belastungen weit unter den Grenzwerten, so dass sich hieraus ebenfalls keine Beeinträchtigungen ergaben. Organische Verbindungen wurden ebenfalls untersucht, es wurde diesbezüglich aber keine Bewertung zu möglichen Beeinträchtigungen durch die SPV-Anlage vorgenommen.

Durch den Versuchsaufbau war eine Berücksichtigung hydrodynamischer Effekte nicht notwendig, maskierende Effekte durch Nutzungen waren nicht zu erwarten. Quantitative Angaben zur anlagebedingten Veränderung der primären meteorologischen Wirkgrößen wurden nicht getroffen. Diese waren allerdings für die Studie auch nicht erforderlich.

Die Kernaussage der Studie lautet: Im Untersuchungsgewässer sind bei der vorhabensbedingten Überdeckung von 30% der Seefläche keine Beeinträchtigungen der Trinkwassernutzung zu erwarten.

### 6.6.2.3 Bax et al. (2022)

Bax et al. (2022) untersuchten den Oostvoornse See in den Niederlanden. Der brackische ehemalige Baggersee verfügt über eine Seefläche von 270 ha, eine mittlere Tiefe von 20 m und eine maximale Tiefe von 40 m. Das Gewässer ist hocheutroph und weist starke Algen- und Cyanobakterienentwicklung auf. Um dem Aussüßen des Gewässers entgegenzuwirken wurde mittels Verrohrung eine Verbindung zu einem meereswasserführenden Kanal (Mississippihaven) geschaffen.

Auf der Basis von Feldmessungen diskutiert die Studie Effekte von drei unterschiedlichen Anlagentypen auf den Temperaturhaushalt und das Einschichtungsverhalten. Je nach Anlagentyp reduziert sich die Globalstrahlung um 73-100 %. System A hat eine Wasseroberflächenüberdeckung von  $\sim 75\%$ , System B  $\sim 100\%$ , System C  $\sim 75\%$ . Hieraus ergibt sich eine Reduktion der Lichteinstrahlung (LUX), die weitgehend dem Grad der Wasseroberflächenüberdeckung entspricht:

Wasseroberflächenüberdeckung	$\sim 75\%$	$\sim 100\%$	$\sim 75\%$	
	System A	System B	System C	Reference
July/August	1012 (-77%)	36 (-99.2%)	1196 (-73%)	4403
September/October	613 (-75%)	11 (-99.6%)	488 (-80%)	2454
November	154 (-85%)	3 (-99.7%)	139 (-87%)	1038

Setzt man für das System A den Grad der Wasseroberflächenüberdeckung ( $\varnothing 75\%$ ) gleich mit der Reduktion der Globalstrahlung ( $\varnothing$  Globalstrahlungsreduktion = 79 %) dann ergibt sich für die Anlagenkonfiguration A ein Reduktionsfaktor der Globalstrahlung um 79%.

Für die Beeinflussung weiterer meteorologischer Parameter wie z. B. die Windgeschwindigkeit werden keine Angaben gemacht. Von erheblichem Interesse ist aber der Hinweis, dass unter den Solarmodulen eine Zunahme der Lufttemperatur zwischen der Wasserober-

fläche und den Paneelen beobachtet werden kann. Diese entsteht durch die Wärmeenergie (Langwellige Strahlung), welche die Solarpaneele selbst produzieren, und kann in tropischen Reservoiren während der Mittagsstunden über 5°C betragen (Yang et. al. 2022).

### 6.6.2.4 Essak & Gosh (2022)

Die Metastudie beinhaltet eine allgemeine Bewertung der Vorhabenseffekte an verschiedenen Seetypen (Staustufen, Tagebaurestseen und Naturseen). Insbesondere wird die Reduzierung der Wassertemperaturen und die Veränderung des Einschichtungsverhaltens infolge der Überdeckung diskutiert. Darüber hinaus werden Effekte für den Sauerstoffhaushalt und die Algen-/ Blaualgen- Entwicklung diskutiert. Lediglich in 15% der ausgewerteten Studien erfolgte eine Untersuchung der Wasserqualitätsparameter.

## **6.6.3 Modellstudien**

### 6.6.3.1 Exley et al. (2021)

Exley et al. (2021) untersuchten mittels Modellberechnungen (MyLake) an einem Natursee in England, dem Süd-Becken des Windermere, mögliche Auswirkungen der Installation und Nutzung einer SPV-Anlage.

Mit einer Seefläche von 670 ha, einer maximalen Tiefe von 42 m und einer mittleren Tiefe von 16,8 m erreicht das Gewässer im Vergleich zu Baggerseen eine erhebliche Größe. Im Rahmen einer Modellstudie wurden Auswirkungen auf die Seewasserbeschaffenheit für Bedeckungsgrade von 0-100 % untersucht. Da ein hydrodynamisches 1d-Modell (MyLake) genutzt wurde, konnte hydrodynamischen Veränderungen, die sich aus der Überdeckung mit den Modulen ergeben, Rechnung getragen werden.

Quantitative Angaben zur anlagebedingten Veränderung der primären meteorologischen Wirkgrößen wurden nicht vorgenommen. Stattdessen wurde vorausgesetzt, dass sich durch die Exposition der Anlage der Beschattungsgrad von 0-100 % erhöht und die Windgeschwindigkeit von 0-100 % verringert. Zusammenhänge zwischen Anlagengröße und Globalstrahlung bzw. Windgeschwindigkeit lassen sich hieraus nicht ableiten. Meteorologischen Wirkgrößen wie Feuchte bzw. Dampfdruck und langwellige Rückstrahlung, die durch die vorhabensbedingten Auswirkungen eine Veränderung erfahren, sind für den Modellantrieb von MyLake nicht notwendig, so dass hierzu auch keine Angaben in der Studie enthalten sind.

Auf der Grundlage des Modells wurden Aussagen zum Temperaturhaushalt, Einschichtungsverhalten und zur Verdunstung gemacht. Aufgrund des Versuchsaufbaus und der Vielzahl der Simulationen kann die Aussage getroffen werden, dass bei einem Überdeckungsgrad von 25-30 % für das Untersuchungsgewässer nur mit geringen Veränderungen zu rechnen ist. Maßgeblich für die verhältnismäßig geringen Auswirkungen ist der Umstand, dass die anlagenbedingte Veränderung der meteorologischen Haupteinflussgrößen Globalstrahlung und Windgeschwindigkeit gegenläufige Effekte in Bezug auf den Temperaturhaushalt und das Zirkulationsverhalten verursachen. So führt die Flächenvergrößerung einer SPV-Anlage dazu, dass die Globalstrahlung abnimmt und sich folglich auch die Wassertemperatur verringert. Die ebenfalls abnehmende Windgeschwindigkeit bewirkt hingegen eine Temperaturerhöhung, so dass es zu einer zumindest teilweisen Kompensation kommt.

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

Als Kernaussage der Publikation ist festzuhalten: Durch eine Überdeckung der Seefläche mit Solarmodulen von 25-35 % stellten sich im Untersuchungsgewässer keine erhebliche Gewässerbeeinträchtigung ein.

### 6.6.3.2 Haas et al. (2020)

Die Arbeit von Haas et al. untersucht im Rahmen einer Modellstudie (Elcom/Caedym/3d Modell) die möglichen Auswirkungen einer SPV-Anlage für die Rapel-Staustufe in Chile. Diese dient der Elektrizitätsgewinnung mit einer Wasserkraftnutzung von ca. 377 mW. Die Staustufe verfügt über eine Fläche von 4.000 ha und umfasst je nach Befüllung ein Wasservolumen von bis zu 400 Mio. m<sup>3</sup>. Hieraus ergibt sich eine mittlere Tiefe von 10 m. Die maximale Tiefe beträgt 55 m.

Untersuchungsgegenstand waren die anlagenbedingten Auswirkungen der Exposition von Solarmodulen auf die Algenentwicklung (Chl-a). Durch die Betriebsweise der Anlage mit stark schwankenden Wasserspiegeln blieb die im Modell berechnete maximale Ausdehnung schwimmender Solarmodule auf einen Überdeckungsgrad von höchstens 40% beschränkt. Hydrodynamische Prozesse wurden durch die Verwendung eines entsprechenden Modells (Elcom/Caedym/3d Modell) berücksichtigt. Allerdings wurde nur der vorhabensbedingte Einfluss auf die Globalstrahlungswerte diskutiert. Eine Angabe, welchen Einfluss der Überdeckungsgrad auf die einfallende Globalstrahlung hat, wurde nicht gegeben.

Die Untersuchung beschränkt sich auf Aussagen zur vorhabensbedingten Beeinflussung der Algenentwicklung (Chlorophyll-a) und zur Veränderung der Verdunstungsrate des Gewässers. Die Auswirkungen auf andere Parameter wurde im Rahmen der Studie nicht untersucht. Maskierende Einflüsse können sich durch die Wasserspiegelabsenkungen und die Tiefenwasserentnahme infolge der Stauraumbewirtschaftung im Rahmen der Wasserkraftnutzung ergeben. Aufgrund der Größe des Sees (4000 ha) und der sehr hohen Wasseraustauschrate sind die Ergebnisse nur bedingt auf Baggerseen mit deutlich längeren Verweilzeiten (0,5 bis 20 Jahre) übertragbar.

Die Kernaussage der Publikation lautet: Eine Überdeckung der Seefläche mit Solarmodulen von bis zu 40 % verursacht im Untersuchungsgewässer keine erhebliche Gewässerbeeinträchtigungen.

## **6.6.4 Kombinationsstudien**

Kombinationsstudien mit empirischen Untersuchungen an einem Gewässer, die als Grundlage zur Modellkalibrierung dienen, und einer anschließenden Modellierung wurde im Rahmen der Literaturrecherche für zwei Gewässer gefunden: einen Baggersee in BaWü (Illgen 2021) und ein großes tropisches Gewässer in Singapur (Yang et al. 2021 & Yang et al. 2022).

### 6.6.4.1 Illgen (2021)

Untersucht wurde hier der Einfluss der SPV-Anlage auf einen betriebenen Baggersee (Maiwaldsee in Renchen). Der Maiwaldsee verfügte zum Zeitpunkt der Datenerhebung über eine Seefläche von 36,96 ha, ein Volumen von 8.800.000 m<sup>3</sup>, eine maximale Tiefe von 70m und eine mittlere Tiefe von 24 m. Aus der Expositionsfläche der SPV-Anlagen von 7.700 m<sup>2</sup> ergab sich eine Überdeckung von ca. 2% der Seefläche. In dem Baggersee entstanden maskierende Effekte durch die Kiesgewinnung und die Grundwassergewinnung, die beide im Rahmen der Untersuchung keine Berücksichtigung fanden. Allerdings wirken

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

sich die daraus entstehenden Effekte primär auf den tiefen Wasserkörper aus, der weniger stark von vorhabensbedingten Einflüssen betroffen ist als der hier primär untersuchte Oberflächenbereich.

Im Rahmen der Arbeit wird eine Erheblichkeitsschwelle von ca. 40% ermittelt. Für die meteorologischen Wirkgrößen wurden deutliche Veränderungen festgestellt. Die (netto) Globalstrahlung ging unter den Solarmodulen um 73% und die Windgeschwindigkeit (hier allerdings über den Schwimmkörpern gemessen) um 23% zurück.

Aufgrund des Seetyps, der Seegröße und der angewandten Methodik lassen sich die hier gewonnenen Ergebnisse sehr gut auf andere Baggerseen in der Oberrheinebene übertragen. Insbesondere die ermittelte Veränderung der meteorologischen Wirkgrößen Globalstrahlung und Windgeschwindigkeit bilden eine gute Grundlage für die Beurteilung der Umweltrelevanz von SPV-Anlagen auf Baggerseen.

### 6.6.4.2 Yang et al. (2022)

Gegenstand der Untersuchung waren die Effekte, die sich durch den Bau einer ca. 42 ha umfassenden SPV-Anlage auf einem tropischen Flachgewässer, dem Tengeh Reservoir in Singapur, ergeben. Das Tengeh Reservoir in Singapur ist ein lediglich ca. 1 m tiefes Gewässer. Die Flächenausdehnung des Gewässers ist aus der Untersuchung nicht zu ersehen.

Die vorhabensbedingten Auswirkungen wurden mit dem Programm DYRESM/CAEDYM modelliert. Eine Quantifizierung primärer meteorologischer Wirkgrößen ist für die Globalstrahlung, Temperatur und langewellige Strahlung angegeben. In der Publikation werden aber keine exakten Prozent-Werte für maßnahmenbedingten Veränderungen angegeben. Diese lassen sich allerdings aus den Graphiken ablesen und sind detailliert in einer vorbereitenden Untersuchung (Yang et al 2021, vgl. Kapitel 6.6.4.3) dargestellt.

Die Anlagengestaltung ist durch sehr geringe Distanzen zwischen Wasseroberfläche und Solarpaneelen gekennzeichnet, so dass sowohl der Lichteinfall auf die Seefläche als auch die Windeinwirkung sehr stark vermindert werden (vgl. Abbildung 6.7).



**Abbildung 6.7:** Schwimmende Photovoltaik-Anlage auf dem Tengeh Reservoir in Singapur (Bild: Yang et al. 2022)

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

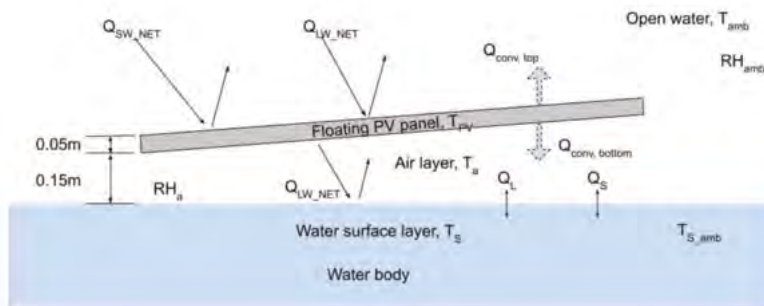
Die Bauform begrenzt in erheblichem Umfang den Luftaustausch zwischen der Umgebung und den unter den Solaranlagen befindlichen Bereichen. Bezüglich der Windbeeinflussung wird von windstillen Bedingungen unter den SPV-Anlagen (zero wind conditions) ausgegangen. Bei den auf dem Untersuchungsgewässer geplanten Anlagen besteht ein deutlich größerer Abstand zwischen Seeoberfläche und Solarpanels, so dass eine bessere Windunterströmung gegeben ist.

Besonderen Wert gewinnt die Arbeit, weil die Beeinflussung der langwelligen Strahlung durch die Überdeckung der Seeoberfläche thematisiert wird. Der Studie zufolge kann durch die Berücksichtigung der Temperaturzunahme unter den Paneelen in erster Näherung das Ausmaß der von der langwelligen Strahlung ausgehenden Effekte berücksichtigt werden. Unter mitteleuropäischen Klimabedingungen wäre im Tagesmittel bei Lufttemperaturen (Tageswerte) über der Seefläche zwischen 18 und 25°C mit einer Zunahme der Temperatur zwischen Wasseroberfläche und Solarpaneelen von  $\approx +\Delta 1,5\text{ °C}$  zu rechnen. Bei über 25°C Lufttemperatur steigt dieser Differenzbetrag auf  $+\Delta 2\text{ °C}$  an.

Insbesondere durch die Darstellung der vorhabensbedingten Veränderung (Zunahme) für die langwellige Strahlung und die Angaben zum weitgehenden Rückgang der kurzwelligen Strahlung (Globalstrahlung) sowie der Windstärke gewinnt die Arbeit einen hohen Informationswert. Der angenommene Verlust an Windkraft bis hin zur vollständigen Windstille erscheint allerdings als ein sehr restriktiver Ansatz.

### 6.6.4.3 Yang et al. (2021)

Die Arbeit diente zur Vorbereitung der in Kapitel 6.6.4.2 beschriebenen Studie und stellt die vorhabensbedingten Effekte für die meteorologischen Wirkgrößen dar. Gezeigt wird, dass durch die Beschattungsfunktion der Solarmodule der Gesamtenergieeintrag insgesamt zwar erheblich zurückgeht, dieser Rückgang aber bei weitem nicht der Abnahme entspricht, die durch die entstehende Verminderung der Globalstrahlung allein verursacht würde.



$T_S$ =	Oberflächenwassertemperatur unter den Paneelen
$T_{S\_amb}$ =	Oberflächenwassertemperatur im Freiwasserkörper
$T_a$ =	Temperatur der Luftschicht unter den Paneelen
$T_{amb}$ =	Luftschicht Freiwasserkörper
$T_{PV}$ =	Temperatur der Solarpaneele

**Abbildung 6.8: Auswirkungen auf die Temperaturwerte durch Solarflöße (Yang et al. 2021)**

Zwar vermindert sich unter den Solarflößen die Globalstrahlung (kurzwellige Strahlung) um 96,9 %, gleichzeitig wird der Eintrag von langwelliger Strahlung aber deutlich erhöht. Die langwellige Strahlung nimmt über offenen Seeflächen einen negativen Wert an (Ausstrahlung), in überdeckten Bereichen ergeben sich hingegen Tageswerte von mehr als 120 W/m<sup>2</sup>. Auch der Wärmeverlust durch latente und sensible Wärme ist unter den Solarflößen

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

deutlich geringer als im Bereich der offenen Wasserfläche, wie die Auflistung in der Tabelle 6.5 ausweist.

**Tabelle 6.5: Gegenüberstellung des Wärmehaushaltes der offenen und der durch Solarflöße überdeckten Wasserfläche im Tengeh Reservoir (Daten aus Yang et al. 2021)**

Primären Komponenten des Temperaturhaushaltes (W/m <sup>2</sup> )	Offene Wasserfläche	Unterhalb der Solarflöße
Net kurzwellige Strahlung (Globalstrahlung)	153	4,7
Net langwellige Strahlung	-48,2	13,4
Sensibler Wärmeverlust	-7,1	0,8
Latenter Wärmeverlust	-88,7	13,2
Total	9	5,7

Obwohl die Erfassung der Geländedaten auf einen sehr kurzen, nur dreiwöchigen Zeitraum beschränkt blieb, quantifiziert die Arbeit sehr genau die einzelnen Bilanzgrößen des Temperaturhaushaltes. Die Daten sind trotz des kurzen Beobachtungszeitraums repräsentativ, da aufgrund der Lage des Untersuchungsgebietes in den inneren Tropen (1°22'37" nördlicher Breite) ein Tageszeitenklima vorherrscht. Für die Berechnung (Abschätzung) der langwelligen Strahlung wird folgende Formel angegeben:

$$Q_{LW\_NET} = \frac{\sigma F_{PV-water} (T_{PV}^4 - T_S^4)}{\frac{1}{\epsilon_{PV}} + \frac{1}{\epsilon_{water}} - 1}$$

s	Stephan- Boltzmann Konstante
F <sub>PV-water</sub>	Geometrischer Faktor
T <sub>PV</sub>	Temperatur Solarpaneele [K]
T <sub>S</sub>	Oberflächenwassertemperatur unter den Paneelen (K)
ε <sub>PV</sub>	emissivity of the PV panel surface
ε <sub>water</sub>	ε <sub>water</sub> is the emissivity of water

Zur Berechnung der langwelligen Strahlung ist also die Kenntnis der mittleren Temperatur der Solarmodule (24 h-Wert) und der Wassertemperatur unter den Modulen (24-h Wert) erforderlich.

In der Arbeit wird von erheblichen Rückgängen der Globalstrahlung (96,9%) und einem völligen Verlust der Windkraft unter den Solarpaneelen ausgegangen. Dieser starke Windrückgang ist aber auch aus Sicht der Studie eine noch unbelegte Annahme, so dass eine Verifizierung durch Messergebnisse erfolgen soll.

Insgesamt liefert die Arbeit eine sehr gute Grundlage zur Bemessung der vorhabensbedingten Auswirkungen, die durch die Veränderung der meteorologischen Wirkgrößen für den Wärmehaushalt eines Sees entstehen.

### 6.6.4.4 Boos (2022)

Im Rahmen eines unveröffentlichten Projektberichtes wurden für einen bestehenden Baggersee, der sich in Auskiesung befindet, die vorhabensbedingte Auswirkungen auf die primären und sekundären Wirkfaktoren ermittelt. Neben den an Ilgen (2021) orientierten Werten (vgl. auch Kapitel 6.6.4.1) konnten unter Nutzung empirischer Daten, die an einem durch Teichlinsenbedeckung in Teilen stark abgeschatteten See erhoben wurden, mittels ei-

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

ner Modellierungssoftware Veränderungen der primären meteorologischen Wirkfaktoren durch die Überdeckung der Seeoberfläche herausgearbeitet werden (vgl. Tabelle 6.6).

**Tabelle 6.6: Veränderung meteorologischer Wirkgrößen durch natürliche Überdeckung der Seeoberfläche**

Globalstrahlung [W/m <sup>2</sup> ]	85 % (Abnahme)*
Langwellige Rückstrahlung [W/m <sup>2</sup> ]	20 % (Abnahme)**
Windgeschwindigkeit [m/s]	80 % (Abnahme)*
Dampfdruck [hPa]	20 % (Zunahme)*

\* Die anteilige Reduktion beschränkt sich auf den Überdeckungsbereich.

\*\* Der Wärmeverlust durch die langwellige Rückstrahlung (negative Werte) nimmt ab, dadurch erhöht sich der Energieeintrag durch langwellige Strahlung

Unter Bezug auf beide Varianten erfolgte eine modellgestützte Berechnung vorhabensbedingter Auswirkungen, die aus der Exposition einer SPV-Anlage sowohl im Istzustand während der Auskiesung als auch nach Abschluss der Auskiesung für den Gewässerzustand entstehen. Bei einer 10 bis 15 %-igen Seeflächenüberdeckung wurden weder für den Istzustand (mit Auskiesungstätigkeit und 15% Überdeckung) noch für den Planzustand (ohne Auskiesungstätigkeit und 10% Überdeckung) erhebliche vorhabensbedingten Auswirkungen prognostiziert.

### **6.6.5 Zusammenfassende Darstellung des derzeitigen Kenntnisstandes unter Bezug auf die zu bearbeitende Thematik**

Voruntersuchungen zur Wasserbeschaffenheit und ein begleitendes Monitoring zu vorhabenbedingten Einflüssen von SPV-Anlagen auf die Seewasserqualität sind derzeit noch eher die Ausnahme. Nach Essak & Gosh (2022) wurden nur bei ca. 15% der Vorhaben entsprechende Untersuchungen durchgeführt.

Aus der gesichteten Literatur können Erheblichkeitsschwellen in Bezug auf die Nutzung von SPV-Anlagen in Baggerseen für einen Überdeckungsgrad zwischen 25-40 % abgeleitet werden. In Bezug auf die Seewasserbeschaffenheit ist das in der Tabelle 6.7 angegebene Ausmaß anzunehmen. Mit Erheblichkeitsschwellen für das Zirkulationsverhalten und den Temperaturhaushalt ist ab Überdeckungsgraden von 25 % der Seefläche zu rechnen. Beeinträchtigungen des Sauerstoffhaushaltes und Belastungen durch Stofffreisetzung aus den Solarmodulen wurden bis zu Überdeckungsgraden von 30 % nicht ermittelt. Veränderungen des Nährstoffhaushaltes sind erst bei einer Überdeckung von mehr als 40% zu erwarten.

**Tabelle 6.7: Vorhabensbedingte Auswirkungen auf die Seewasserbeschaffenheit (Literaturangaben)**

Beschreibung der anlagenbedingten Effekte bezogen auf:	Erheblichkeitsschwelle
Zirkulationsverhalten	≥ 25 % Überdeckung
Temperaturhaushalt	≥ 25 % Überdeckung
Seeverdunstung	vorhabensbedingte Abnahme
Sauerstoffhaushalt einschließlich Tag-Nacht-Rhythmus	≥ 30 Überdeckung
Algen- und Cyanobakterienentwicklung (Chl-a) und Nährstoffhaushalt	≥ 40 Überdeckung
Entwicklung benthischer Cyanobakterien als Aufwuchs auf den Schwimmkörpern	keine Angaben
Entwicklung von Schwachlicht-Cyanobakterien-Arten (z.B. Planktothrix rubescens) im abgeschatteten Bereich	
Darstellung möglicher sekundärer Belastungen z.B. durch Antifouling, Leachig etc.	≥ 30 Überdeckung

## *Allgemeine Beschreibung der Einflusspotentiale von SPV-Anlagen*

Insgesamt ist aber anzumerken, dass diese Angabe meist der zufällig gewählten Flächen- ausdehnung des jeweiligen Vorhabens entsprachen oder jene Ausdehnung umfasste, die ge- rade technisch umsetzbar war.

Fünf Studien (Bax et al. 2021, ILGEN 2021, Yang et. al 2021, Yang et al. 2022 und Boos 2022) erarbeiteten Angaben zur anlagenbedingten Beeinflussung der primären meteorologi- schen Wirkgrößen Globalstrahlung, langwellige Strahlung, Dampfdruck und Windge- schwindigkeit. Für viele Merkmale der Faktorenkomplexe 2 (vgl. Kapitel 6.2.2) und 3 (vgl. Kapitel 6.2.3) sind nur qualitative Aussagen möglich.

In Bezug auf die Beeinflussung meteorologischer Wirkgrößen durch die Installation von SPV-Anlagen konnten durch die Literaturlauswertung folgende Angaben ermittelt werden:

**Tabelle 6.8: Vorhabensbedingte Beeinflussung meteorologischer Wirkgrößen (Literaturangaben)**

	<b>Globalstrah- lung*</b>	<b>Langwellige Strahlung*</b>	<b>Windgeschwin- digkeit*</b>	<b>Dampfdruck*</b>
	Verringerung	Erhöhung	Verringerung	Erhöhung
Bax et. al (2021)	75 %	Erhöhung	/	/
Illgen (2021)	73 %	/	23 %	/
Yang et al. (2022)	starke Verrin- gerung	Berücksichtigung durch Temperaturzunahme der Lufttemperatur. Tages- mittel ( $\Delta$ 2-3°C)	/	/
Yang et al. (2021)	96,9 %	Berechnung nach Formel	kein Windeinfluss	Im Sättigungsbereich. Mit entsprechender Be- rechnung des Dampf- drucks.
Boos (2022)	85 %	/	80 %	20 %
Auswirkung für die Wassertemperatur	Abnahme	Zunahme	Zunahme	Zunahme
Auswirkung für das Zirkulationsverhalten	Verstärkung	Abschwächung	Abschwächung	Abschwächung

\* Die Veränderung der meteorologischen Wirkgrößen erfolgt nur unter den Solarmodulen. Die nicht überdeckte Seefläche erfährt keine Veränderung.

## 7 Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit des Baggersees

Gegenstände der Prognose des Gewässerzustandes sind jene Parameter, die durch die Veränderung der Seemorphologie im Rahmen des geplanten Vorhabens betroffen sein können. Zu diesem Zweck werden die Kennwerte für die folgenden Qualitätsparameter ermittelt:

- Temperaturhaushalt und Zirkulationsverhalten
- Sauerstoffhaushalt
- Phosphor als wichtigster Nährstoff
- Algenentwicklung (Algen-Chlorophyll-a)
- Cyanobakterien (Cyanobakterien-Chlorophyll-a)
- Sichttiefe
- Nitratgehalte im Seewasser
- Seeverdunstung und Wasserhaushalt

Die Prognosen beziehen sich auf einen 19-jährigen Entwicklungszeitraum und vier Szenarien (vgl. Tabelle 7.1). Ein 19-jähriger Prognosezeitraum wurde gewählt, da anzunehmen ist, dass sich nach wenigen Prognosejahren das Modell auch in Bezug auf eine Langfristprognose soweit eingependelt hat, dass auf der Grundlage historischer Daten und mittels Zukunftsreferenzdaten damit ein ausreichend langer Prognosezeitraum zur Verfügung steht, um langfristige Entwicklungen der Seewasserqualität zumindest im Zeitrahmen der Anlagenlaufzeit (mindestens 30 Jahre) abzubilden. Dies gilt um so mehr, als sich die Zukunftsreferenzdaten des Jahres TRY 2045 auf die Zeitspanne 2030-2060 beziehen und somit noch weiter in die Zukunft hineinreichen. Der gewählte Beobachtungszeitraum ist somit repräsentativ für die Laufzeit des Vorhabens.

Bei den Modellsimulationen der vier Prognoseszenarien (vgl. Tabelle 7.1) werden für den Istzustand und die Planvariante 1 die durch Baggertätigkeit verursachten Wasserturbulenzen berücksichtigt. Für den Genehmigungszustand und die Planvariante 2 wird die Beendigung der Auskiesung vorausgesetzt (vgl. auch Kapitel 2).

**Tabelle 7.1: Prognoseszenarien**

Varianten	Kiesgewinnung	Solarnutzung	Seesohle [m. NHN]	Volumen [Mio.m <sup>3</sup> ]	Fläche [ha]	Ausdehnung PV-Anlage [ha]	Anteil Seeüberdeckung [%]
Istzustand= Vergleichszustand 1	ja	nein	73	20,11	93,3	/	/
Genehmigungszustand= Vergleichszustand 2	nein	nein	71	34,8	128,1	/	/
Planvariante 1	ja	ja	73	20,11	93,3	13,9	14,9%
Planvariante 2	nein	ja	71	34,8	128,1	13,9	10,85%

Modellsimulationen werden für zwei Vergleichszustände und zwei Planvarianten mit den Kennwerten des Istzustandes (Vergleichszustand 1 und Planvariante 1) einerseits sowie mit den Kennwerten des Genehmigungszustandes (Vergleichszustand 2 und Planvariante 2) andererseits durchgeführt.

Die beiden Vergleichszustände simulieren die Entwicklung des Baggersees im Verlauf des 19-jährigen Prognosezeitraums ohne Solarnutzung und dienen zur Erstellung von Bezugsgrößen für die Ermittlung der vorhabensverursachten Auswirkungen auf den Gewässerzustand. Demnach ergeben sich durch die Zuordnung der beiden Vergleichszustände und der jeweils zugehörigen Planvarianten zwei Variantenprüfungen:

- Variantenprüfung 1: Veränderungen durch die Umsetzung der Planvariante 1 in Bezug auf den Vergleichszustand 1
- Variantenprüfung 2: Veränderungen durch die Umsetzung der Planvariante 2 in Bezug auf den Vergleichszustand 2

Außerdem wird der Vergleichszustand 1 durch den Abgleich realer Messwerte einzelner Stichtage mit den jeweils entsprechenden Modellwerten für eine Prüfung der Modellgenauigkeit genutzt.

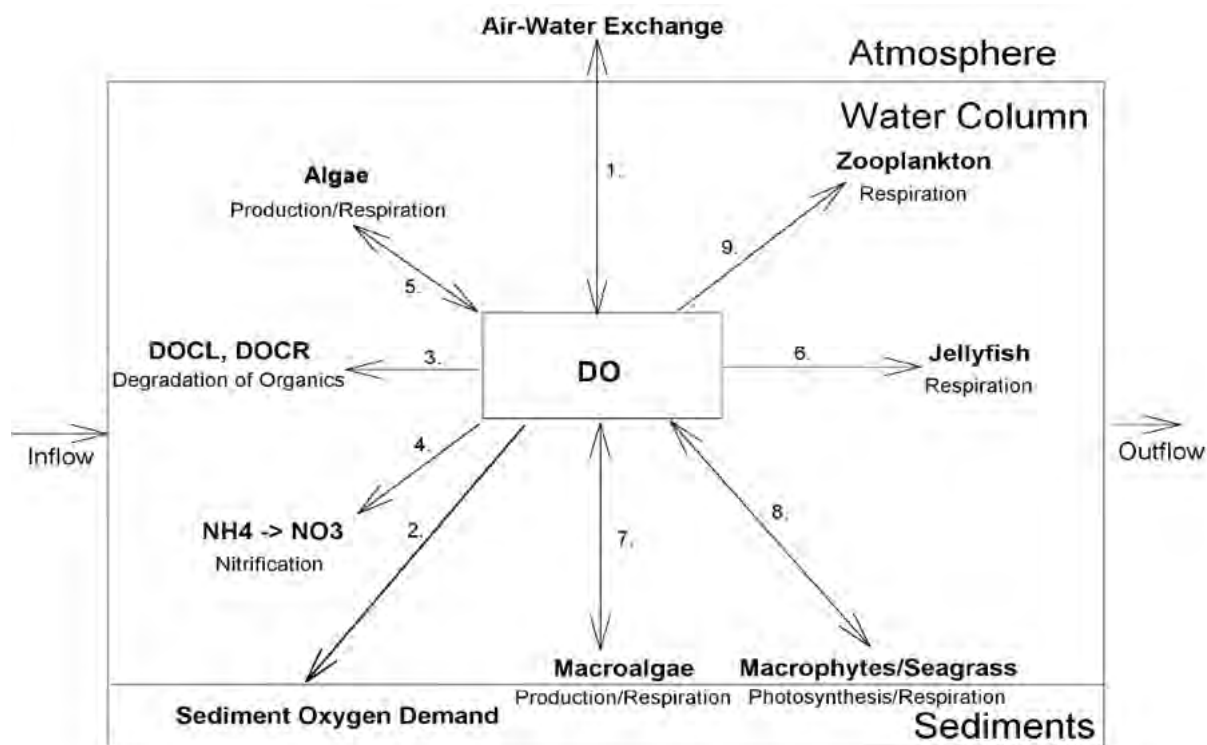
### **7.1 Prognosemodell und Modellkonstanten**

Zur Modellsimulation des Temperaturhaushaltes und Zirkulationsverhaltens dient das 1-D hydrodynamische Modell DYRESM (Dynamic Reservoir Simulation Model), das für die Prognose der Wasserqualität mit dem Programm CAEDYM gekoppelt wird. DYRESM wird seit 1978 unter stetiger Weiterentwicklung an einer Vielzahl von Seen eingesetzt und entspricht dem Stand der Technik. Das Modell stellt die Turbulenzverhältnisse durch Berücksichtigung der turbulenten kinetischen Energie (TKE) dar, so dass konvektive und advektive sowie durch Reibung an Grenzschichten verursachte Vermischungsvorgänge in die Berechnung einbezogen werden.

Seemodellierungen mittels DYRESM erfordern einen umfangreichen Dateninput, u.a. von Kenngrößen der Seemorphologie, meteorologischen Tages- oder Stundenwerten, Wasserzu- und Wasserabflussmengen sowie betriebsbedingten Kenngrößen, die sich auf die Entwicklung der Wassertemperaturen auswirken. Zusätzlich kommt das Programmpaket CAEDYM in der Version 2.3 zur Anwendung, das aufbauend auf dem hydrodynamischen Modell DYRESM und den damit simulierten Einschichtungs- und Durchflussverhältnissen die Simulation der Stoffflüsse durch die einzelnen Kompartimente eines aquatischen Ökosystems ermöglicht. Dabei werden alle wesentlichen Produktions- und Abbauprozesse in Wasserkörper und Sediment einschließlich der Wechselwirkungen mit den Gewässerorganismen abgebildet sowie in Tagesschritten berechnet.

Da bei der Bewertung des Untersuchungsgewässers einschließlich seiner unterschiedlichen Entwicklungsphasen dem Sauerstoffhaushalt eine zentrale Rolle zukommt, soll hier das diesbezügliche Vorgehen bei der Prognosestellung erläutert werden. Das Sauerstoffmodul berücksichtigt alle Einzelkompartimente einschließlich der Sauerstoffeinträge durch die Photosyntheseaktivität von Algen oder Makrophyten und des Sauerstoffverbrauchs durch biogene Ab- und Umbauvorgänge sowie die Zehrung des Sediments (vgl. Abbildung 7.1).

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.1:** Abhängigkeit des Sauerstoffhaushaltes von den Einzelkompartimenten (Abb. aus HIP-SEYet. et al. 2006)

Für die Entwicklung der Wasserqualität ist das Zirkulationsverhalten des Sees, aber auch die Sauerstoffzehrungsrate des Sediments insbesondere in der Langfristperspektive von sehr erheblicher Bedeutung, da sie zumeist entscheidend auf den Zustand des Sauerstoffhaushaltes einwirkt, der seinerseits wesentliche Gütekennwerte bestimmt. Für die Modellierungen wurde auf die Modellkonstanten von ÖZKUNDAKCI et al. (2011) zurückgegriffen, da diese besser zu der Seecharakteristik passen als z.B. die von Hipse et al. (2006).

**Tabelle 7.2:** Modellkonstanten

Bezeichnung	Einheit	ÖZKUNDAKCI et al. (2011)
<b>Physical parameters</b>		
Effective surface area coefficient	m <sup>2</sup>	1,45*10 <sup>+6</sup>
Critical wind speed	m/s	3
shear production efficiency (eta K)		0.21
potential energy mixing efficiency (eta P)		0,2
wind stirring efficiency (eta S)		0,2
Benthic boundary layer dissipation coefficient	m <sup>2</sup> /s	7,5*10 <sup>-6</sup>
vertical mixing coeff.	/	600
Tageszeitpunkt (sec) der Modellierung 36.000 sec oder 10h Sonnenzeit	sec	36.000
<b>Sediment Parameters</b>		
Sediment DO demand	g/m <sup>2</sup> /day	1* / 0,6**
Half-saturation coefficient for sediment oxygen demand	mg/l	0,25
Maximum potential PO <sub>4</sub> g/m <sup>2</sup> /day	g/m <sup>2</sup> /day	0,016
Oxygen and nitrate half-saturation for release of phosphate from bottom sediments	mg/l	1,5
Maximum potential NH <sub>4</sub> release rate	g/m <sup>2</sup> /day	0,1
Oxygen half-saturation constant for release of ammonium from bottom sediments	mg/l	5
Temperature multiplier for nutrient release		1,05

Bezeichnung	Einheit	ÖZKUNDAKCI et al. (2011)
<b>Nutrient parameters</b>		
Decomposition rate of POPL to DOPL	d <sup>-1</sup>	(0,001) 0,0035
Mineralisation rate of DOPL to PO <sub>4</sub>	d <sup>-1</sup>	0,025
Decomposition rate of PONL to DONL	d <sup>-1</sup>	0,007
Mineralisation rate of DONL to NH <sub>4</sub>	d <sup>-1</sup>	0,01

\* angepasst während der Auskiesung \*\* angepasst nach der Auskiesung

## 7.2 Dateninput

Die Grundlage für den Antrieb des Modells bilden die meteorologischen Daten des Klimareferenzzeitraums einschließlich der durch Überdeckung mit Solarpaneelen entstehende Veränderung der meteorologischen Wirkgrößen, die hydraulischen Kennwert des Untersuchungsgewässers, die externen Stoffeinträge in den See durch den Grundwasserzufluss, die Sauerstoffzehrung des Seesediments und die Auswirkungen des Auskiesungsbetriebs.

### 7.2.1 Meteorologische Kennwerte

Für die Modellierung der Seewasserbeschaffenheit wird auf meteorologische Daten in Form von Tageswerten mit folgendem Parameterumfang zurückgegriffen:

- Globalstrahlung in W/m<sup>2</sup>
- Gesamtbedeckung in Achteln
- Windgeschwindigkeit in m/s
- Lufttemperatur in °C
- Relative Luftfeuchte in %
- Niederschlagshöhe in mm

Die Datengrundlage bilden meteorologische Kennwerte aus historischen Messreihen und die Test-Referenz-Jahre (TRY) des DWD.

Insgesamt umfasst der Betrachtungszeitraum 19 Jahre mit einem historischen Referenzzeitraum, einem historischen Test-Referenz-Jahr (TRY 2015) des DWD und einem in der Zukunft liegenden Test-Referenz-Jahr (TRY 2045) des DWD (vgl. Tabelle 7.3).

Die ersten 14 Jahre des Betrachtungszeitraums beziehen sich auf historische Daten des DWD, die als Tageswerte im Zeitraum 2009 bis 2022 an der Messstelle Rheinstetten mit der DWD-Stationnummer 4177 (116.10 m NHN; 48.9726; 8.3302) erfasst wurden.

Der folgende 5 Jahre umfassende Teil des Betrachtungszeitraums wird aus einer Kombination der Test-Referenz-Jahre (TRY) 2015 und 2045 des DWD gebildet. Die meteorologischen Werte dieser Test-Referenz-Jahre wurden für das Untersuchungsgebiet (Referenzpunkt WGS84= 48.808446 N; 8.156662 O) auf Basis von 24 regionalen Klimamodellen (RCP 4,5 & RCP 8,5) aus dem Zeitraum 1995 bis 2012 (TRY 2015) und 2031-2060 (Zukunfts-TRY 2045) prognostiziert.

## *Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

Neben der mittleren klimatischen Entwicklung dieses schon in stärkerem Umfang von der Klimaerwärmung betroffenen Zukunfts-Zeitraums (TRY 2045 ø) wurden auch Datensätze mit einem sehr kalten Winterhalbjahr (Oktober bis März; sehr kalt = TRX 2045 Min) und einem sehr warmen Sommerhalbjahr (April bis September; sehr warm = TRY 2045) berücksichtigt. In der Tabelle 7.3 sind die Klimamittelwerte der Inputdaten angegeben.

Die Windgeschwindigkeiten werden in der Regel bei den Test-Referenz-Jahren überschätzt. Aus diesem Grund erfolgte mittels Bias-Korrekturen eine Anpassung.

**Tabelle 7.3: Klimakennwerte der Modelljahre und Referenzzeiträume**

Periode	historischer Referenzzeitraum														Zukunfts- Referenzzeitraum				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Modelljahre	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TRY 2015 ø	TRY 2045 ø	TRY 2045 MAX	TRY 2045 ø	TRY 2045 ø
Referenzzeit- raum																			
Global- strahlung* [W/m <sup>2</sup> ]	128,9	127,1	135,0	127,0	119,1	127,5	127,8	121,5	128,6	137,0	132,1	132,9	121,3	139,2	126,6	130,7	145,1	131,0	131,0
Temperatur [°C]	10,9	9,8	11,5	10,9	10,5	12,2	11,8	11,2	11,4	12,4	11,8	12,2	10,6	12,6	11,1	12,0	12,7	12,0	12,0
Mittlere Wol- kenbedeckung /Jahr [%]	68,6	74,3	68,3	72,1	75,6	71,6	70,2	73,4	74,0	65,7	62,9	60,3	65,4	61,5	66,5	64,6	57,6	64,6	64,6
Dampfdruck VP [mb]	11,0	10,4	10,9	10,9	11,0	11,6	11,1	11,2	11,1	11,2	10,9	10,6	10,8	10,9	10,9	11,6	11,8	11,7	11,7
Niederschlag [mm]	752	834	629	757	972	743	544	743	816	573	712	587	819	779	723	675	678	655	675
Windge- schwindigkeit [m/s]	3,0	3,4	3,3	3,3	3,3	3,1	3,3	3,2	3,4	3,3	3,3	3,4	3,1	3,2	4,1	3,4	3,2	3,4	3,4

\*Globalstrahlung berechnet auf der Grundlage der Sonnenscheindauer

In die Modellierung gehen ebenfalls die in Kapitel 6.2.1 unter dem Oberbegriff Faktorenkomplex 1 beschriebenen Veränderungen der primären meteorologischen Wirkgrößen als Inputdaten ein (vgl. Tabelle 7.4).

Dort ist auch angegeben, mit welchem Faktor oder welcher Formel der Wert für den überdeckten Seebereich unter Bezug auf den jeweilige Ausgangswert, also die Einflussgröße bei nicht überdeckter Seefläche, berechnet wird.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen

**Tabelle 7.4: Vorhabensauswirkungen auf die Wirkgrößen des Faktorenkomplexes 1**

Parameter	Einheit	Herleitung	Umrechnungsfaktor																																																							
<b>Globalstrahlung</b>	W/m <sup>2</sup>	<p>Aus der Modulbeschreibung der Firma BayWa r.e. ergibt sich ein Überdeckungsgrad von 91%, wobei durch den diffusen Strahlungseintrag die Eintragswerte etwas höher ausfallen. Auf der Grundlage der folgenden Tabelle (BayWa r.e.) und der Ergebnisse u.a. von Bax et. al (2022) wird für die Modellberechnung ein Rückgang der Globalstrahlung von 88% festgelegt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Solar Boat 9er 4 Floats</th> <th>Width</th> <th>Length</th> <th>Area</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Boat reference area</td> <td>5110 mm</td> <td>10655 mm</td> <td>54,5 m<sup>2</sup></td> <td>100%</td> <td>Share</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Modules</td> <td>1134 mm</td> <td>2278 mm</td> <td>45,5 m<sup>2</sup></td> <td>84%</td> <td rowspan="2">91%</td> <td rowspan="2">Intransparent</td> </tr> <tr> <td>Floater's walkway exposed</td> <td>445 mm</td> <td>5000 mm</td> <td>2,23 m<sup>2</sup></td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Steel walkway and Hut Rail</td> <td>442,7 mm</td> <td>5238 mm</td> <td>1,74 m<sup>2</sup></td> <td>3%</td> <td rowspan="4">9%</td> <td rowspan="4">Transparent</td> </tr> <tr> <td>Holes in Walkway</td> <td></td> <td></td> <td>0,58 m<sup>2</sup></td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Middle Gap</td> <td>93 mm</td> <td>9149 mm</td> <td>0,85 m<sup>2</sup></td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Gap inbetween Modules</td> <td>19 mm</td> <td>4456,44 mm</td> <td>0,59 m<sup>2</sup></td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Free Space surroundings</td> <td></td> <td></td> <td>2,98 m<sup>2</sup></td> <td>5%</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Solar Boat 9er 4 Floats	Width	Length	Area				Boat reference area	5110 mm	10655 mm	54,5 m <sup>2</sup>	100%	Share		Modules	1134 mm	2278 mm	45,5 m <sup>2</sup>	84%	91%	Intransparent	Floater's walkway exposed	445 mm	5000 mm	2,23 m <sup>2</sup>	4%	Steel walkway and Hut Rail	442,7 mm	5238 mm	1,74 m <sup>2</sup>	3%	9%	Transparent	Holes in Walkway			0,58 m <sup>2</sup>	1%	Middle Gap	93 mm	9149 mm	0,85 m <sup>2</sup>	2%	Gap inbetween Modules	19 mm	4456,44 mm	0,59 m <sup>2</sup>	1%	Free Space surroundings			2,98 m <sup>2</sup>	5%			Globalstr. x 0,12
Solar Boat 9er 4 Floats	Width	Length	Area																																																							
Boat reference area	5110 mm	10655 mm	54,5 m <sup>2</sup>	100%	Share																																																					
Modules	1134 mm	2278 mm	45,5 m <sup>2</sup>	84%	91%	Intransparent																																																				
Floater's walkway exposed	445 mm	5000 mm	2,23 m <sup>2</sup>	4%																																																						
Steel walkway and Hut Rail	442,7 mm	5238 mm	1,74 m <sup>2</sup>	3%	9%	Transparent																																																				
Holes in Walkway			0,58 m <sup>2</sup>	1%																																																						
Middle Gap	93 mm	9149 mm	0,85 m <sup>2</sup>	2%																																																						
Gap inbetween Modules	19 mm	4456,44 mm	0,59 m <sup>2</sup>	1%																																																						
Free Space surroundings			2,98 m <sup>2</sup>	5%																																																						
<b>Langwellige Strahlung</b>	W/m <sup>2</sup>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Sind die mittleren Tagestemperaturen der Solarmodule und der Wassertemperatur unter den Modulen bekannt, erfolgt eine Berechnung der langwelligen Strahlung nach der in Kapitel 6.6.4.3 unter Bezug auf die Studie von Yang et al. (2021) angegebenen Formel.</li> <li>Stehen diese Daten nicht zur Verfügung, werden die von Yang et al. (2022) gemachten Angaben genutzt (siehe Kapitel 6.6.4.2). Für mitteleuropäische Verhältnisse heißt das: Keine durch die Temperaturrückstrahlung der Solarmodule verursachte Erhöhung der Lufttemperatur bei Tagesmitteltemperaturen &lt; 18°C. Bei Tagesmitteltemperaturen von 18-25°C Erhöhung der Lufttemperatur um +1,5°C. Bei Tagesmitteltemperaturen ≥ 25 °C Erhöhung der Lufttemperatur um +2°C.</li> </ol>	Entsprechend der Formel (P1) oder durch Erhöhung der Lufttemperatur und Reduktion der langwelligen Rückstrahlung (P2)																																																							
<b>Windschwwindigkeit</b>	m/s	Für das Ausmaß der Windreduktion unter den Solarpaneelen werden minimale Rückgänge von lediglich 23 % (Ilgen 2021) und ein vollständiger Verlust der Windkraft (Bax et al. 2012 & 2022) angegeben. Beide Werte dürften eher Extremszenarien entsprechen, so dass auf einen plausibleren mittleren Wert mit einem Rückgang von 80 % (Boos 2022) zurückgegriffen wird.	V Wind x 0,2																																																							
<b>Dampfdruck</b>	hPa	<p>Unter den Solarmodulen erhöht sich die Luftfeuchte. Damit geht der Wärmeverlust durch Umwandlung in latente Wärme deutlich zurück. Für die Berechnung des Dampfdrucks wurde davon ausgegangen, dass unter den Solarflößen eine Mindestluftfeuchte von 92,3 % (20 % Zunahme der Feuchte) vorherrscht. Unter dieser Annahme erhöht sich der Dampfdruck je nach Bezugsjahr um 20-30%. Der Dampfdruck wird mittels der folgenden Formel aus TVA 1972 (zit. nach Imerito 2014) berechnet:</p> $ea = (h/100) * \text{EXP}^{[2,303((a * qD / (qD + b)) + c)]}$ <p>ea = Dampfdruck [hPa]  h = relative Luftfeuchte [%]  qD = Lufttemperatur [°C]  <b>Koeffizienten:</b>  a = 7,5; b = 237,3; c = 0,7858</p>	<p>Feuchte immer über 92,3 %.</p> <p>Korrektur des Dampfdrucks siehe Formel.</p>																																																							

## *Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

Unter Bezug auf die Mittelwerte errechnen sich aus den in der Tabelle 7.4 dargestellten Veränderungen der meteorologischen Wirkgrößen die in der Tabelle 7.5 angegebenen Werte für das Untersuchungsgewässer.

**Tabelle 7.5: Veränderungen der meteorologischen Wirkgrößen durch die SPV-Anlage (ø 19 Modelljahre)**

	Kiesgewinnung	SPV-Anlage	Überdeckungsgrad	Globalstrahlung [W/m <sup>2</sup> ]	Bedeckungsgrad [%]*	Temperatur [°C]	Dampfdruck [mb]	Windgeschwindigkeit [m/s]	Niederschlag
Vergleichszustand 1 & 2	ja	nein	0%	130,0	67,5	11,6	11,1	3,3	719,2
Planvariante 1	ja	ja	ca. 14,9 %	113,7	71,0	11,6	11,57	3	719,2
Planvariante 2	nein	ja	ca. 10,9 %	118,22	70	11,6	11,45	3,1	719,2

\* Als Grundlage zur Umrechnung in langwellige Strahlung

### 7.2.2 Hydraulische Anbindung des Sees an das Grundwasser

Das Grundwasser fließt dem See in jeweils verschiedenen Mengen über unterschiedliche Tiefenstufen (Schichten 1 bis 3) zu. Als Modellannahme gelten folgende Voraussetzungen:

- Zustrom und Abstrom erfolgt über die mittlere Tiefenlage der jeweiligen Schichten.
- In der tiefsten Schicht (Schicht 3) fließt das Wasser über den Seeboden zu und ab. Diese Annahme beruht auf der Tatsache, dass der Baggersee nicht bis zur Kiesbasis ausgekiest wurde und so der gesamte Seebodenbereich als Zutrittsstelle fungieren kann.

Für den Istzustand (in Betrieb) und den Genehmigungszustand (stillgelegt) ergeben sich die folgenden Grundwasserzufluss- und Abflussmengen in den einzelnen Tiefenlagen der Zuflussbereiche.

**Tabelle 7.6: Hydraulische Anbindung des Sees in den beiden untersuchten Zuständen**

<b>Istzustand</b>						
	Basis	Oberer Bereich	Zutritts- und Abströmereich im Modell	Mächtigkeit	GW Zufluss	GW-Abfluss
Einheit	m NHN	m NHN	m NHN	m	L/s	L/s
Schicht 1	100	115,03	107,5	15	52,4	52,4
Schicht 2	85	100	92,5	15	32,9	32,9
Schicht 3	73	85	73	12	18,1	18,1
Gesamtzufluss					103,4	103,4
<b>Genehmigungszustand</b>						
	Basis	Oberer Bereich	Zutritts- und Abströmereich im Modell	Mächtigkeit	GW-Zufluss	GW-Abfluss
Einheit	m NHN	m NHN	m NHN	m	L/s	L/s
Schicht 1	100	115,66	107,5	15	56,8	56,8
Schicht 2	85	100	92,5	15	34,7	34,7
Schicht 3	71	85	73	14	22,4	22,4
Gesamtzufluss					113,9	113,9

### 7.2.3 Stoffeinträge in den See durch den Grundwasserzufluss

Die Ermittlung der Grundwasserbeschaffenheit im Seezustrom beruht auf mehreren Messkampagnen. Die untersuchten Grundwassermessstellen einschließlich ihrer Lagekoordinaten sind in der Tabelle 7.7 angegeben. Die erhobenen Messwerte verzeichnet die Tabelle 7.8. Die Lage der Probenahmestellen ist der Abbildung 7.2 zu entnehmen.

**Tabelle 7.7: Untersuchte Grundwassermessstellen**

Messstelle	WGS84		Gauß-Krüger (Z 3)	
	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
GWM Süd-Ost-Ufer	8,159924	48,805221	3438367,332	5407868,100
31/211-1	8,169172	48,804249	3439018,828	5407768,528
368/211-0	8,177025	48,807047	3439624,282	5408070,022



**Abbildung 7.2: Beprobte Grundwassermessstellen**

*Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

**Tabelle 7.8: Chemisch-physikalische Beschaffenheit des Grundwassers im Zustrom des Untersuchungsgewässers**

GW-Nummer	Datum	LF [µS/cm]	pH [-]	O2 [mg/l]	T [°C]	NH4 [mg/l]	NO3 [mg/l]	NO2- [mg/l]	PO4 [mg/l]	PO4-P [mg/l]	P, ges [mg/l]	DOC [mg/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	SO4 [mg/l]	Ca [mg/l]	Mg [mg/l]	KS 4,3 [mmol/l]	Cl [mg/l]	GH [mmol/l]	K [mg/l]	Na [mg/l]	
31/211-1	18.3.15	481	7,18	0,2	11,3	0,03	<0,5	<0,01															
	17.9.15	470	7,09	<0,5	11,1	0,04	0,7	<0,01															
	12.9.16	499	7,17	0,5	11,8	0,04	0,9	<0,01	0,240	0,078					33,5	95,1	6,5	4,7	18,8	2,64	1,8	11	
	6.9.17	478	7,24	0,6	11,5	0,045	1,2	0,01															
	15.12.17	476	7,29	<0,5	11,5	0,045	1,3	<0,01	0,173	0,056		0,58	1,2	0,12	35,3	91,3	7,1	4,61	18,6	2,57	1,8	12,4	
	19.9.18	482	7,21	<0,5	11,5	0,043	1,3	<0,01															
	3.9.19	463	7,2	0,5	11,7	0,026	3,1	<0,01															
	17.6.20	468	7,05	0,6	11,8	0,035	1,3	<0,01	0,015	0,005		0,9	1,032	0,103	32	94,3	6,9	4,1	19,8	2,64	1,7	11,4	
	16.9.20	477	7,23	0,5	12,1	<0,01	2,1	0,03															
	4.3.21	486	7,16	0,3	11,6	0,032	0,9	<0,01	0,047	0,015		1,4			33,3	88,7	6,3	4,25	19,5	2,47	1,5	11,7	
	21.9.21	491	7,2	1,9	11,9	0,045	1,4	<0,01															
	26.4.22	499	7,21	0,9	12																		
	26.4.22						0,055	1,4	<0,01														
	21.9.22	485	7,19	0,3	12,1																		
21.9.22						<0,050	1,9	<0,01															
21.9.22																							
368/211-0	7.9.15	430	7,44	2,1	13,2	0,093	<0,5	<0,01															
	15.9.16	432	7,43	0,1	13,4	0,12	<0,5	<0,01															
	15.12.17	430	7,53	<0,5	12,9	0,103	0,6	<0,01	0,406	0,132		0,74	3	0,22	30,5	77,8	6,2	3,99	16,7	2,2	2,5	13,2	
	24.9.18	420	7,43	0,3	13,6	0,173	<0,5	<0,01	0,203	0,066					28,9	78,7	6	4,25	16,9	2,21	2,5	14,4	
	3.9.19	431	7,42	0,2	13,6	0,094	<0,5	<0,01															
	24.6.20	433	7,45		13,7	0,094	<0,5	<0,01	0,015	0,005		1,2	3,324	0,225	29	81	6,3	4	17,4	2,28	2,5	13,2	
	22.9.20	439	7,4	<0,5	13,6	0,09	<0,5	<0,01															
	4.3.21	438	7,42	0,3	13,7	0,098	<0,5	<0,01	0,015	0,005		1,7			31,1	74,6	5,7	3,8	18,3	2,1	2,2	14,6	
	26.4.22	444	7,45	0,1	13,7																		
	26.4.22						0,1	<0,5	0,03														
	21.9.22	439	7,43	0,2	14																		
21.9.22						0,08	<0,5	<0,01															
21.9.22																							
GWM Süd-Ost Ufer	15.5.13	592	7,26	0,3	11,2																		
	23.8.13	580	7,31	0,2	11,1																		
	3.8.15					0,05	0,5	0,03	0,06	0,020	0,036	1,4	2,9	0,25	28,8	96	11	4,9	21,2	2,76	1,3	12	
	6.10.15								0,06	0,020	0,03												
	5.4.17	603	7,19	0,53	11,1																		
	18.8.17	599	7,22	0,1	11,1	0,08	0,5	0,01	0,03	0,01	0,01	1	3	0,24	36,3	100	11	5,1	21,1	2,9	1,8	11	
	20.2.20	575	7,2	0,2	11,4																		
16.9.20	554	7,23	0,57	12																			

## *Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

Als Grundlage zur Darstellung der mittleren Belastung des Sees durch das zuströmende Grundwasser dienen die in der Tabelle 7.9 angegebenen Werte. Bei dem gewichteten Mittelwert gehen die Ergebnisse an der dem Baggersee zunächst gelegenen Messtelle GWM Süd-Ost Ufer mit dreifacher Gewichtung in die Mittelwertbildung ein.

**Tabelle 7.9: Belastungskennwerte des Sees durch das zuströmende Grundwasser**

	31/211-1	368/211-0	GWM Süd-Ost Ufer	Mittelwert	Gewichteter Mittelwert= Inputwert
LF [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	481,2	433,6	583,8	486,0	533,3
pH [-]	7,2	7,4	7,2	7,3	7,3
O <sub>2</sub> [mg/l]	0,5	0,4	0,3	0,5	0,4
O <sub>2</sub> -Sätt [%]	6,0	4,6	3,9	5,3	4,5
T [°C]	11,7	13,5	11,3	12,2	11,8
NH <sub>4</sub> [mg/l]	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Ca [mg/l]	92,4	78,0	98,0	87,8	92,9
Cl [mg/l]	19,2	17,3	21,2	18,8	20,0
DOC [mg/l]	1,0	1,2	1,2	1,1	1,2
Fe [mg/l]	1,1	3,2	3,0	2,4	2,6
K [mg/l]	1,7	2,4	1,6	2,0	1,8
Mg [mg/l]	6,7	6,1	11,0	7,3	9,2
Mn [mg/l]	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
Na [mg/l]	11,6	13,9	11,5	12,5	12,0
NO <sub>3</sub> [mg/l]	1,365	0,285	0,500	0,864	0,630
NO <sub>2</sub> - [mg/l]	0,007	0,008	0,020	0,008	0,015
PO <sub>4</sub> [mg/l]	0,119	0,160	0,050	0,115	0,086
PO <sub>4</sub> -P [mg/l]	0,039	0,052	0,016	0,038	0,016
P, ges [mg/l]			0,025	0,025	0,025
KS 4,3 [mmol/l]	4,4	4,0	5,0	4,4	4,7
SO <sub>4</sub> [mg/l]	33,5	29,9	32,6	31,9	32,2
GH [mmol/l]	2,6	2,2	2,8	2,5	2,7

### 7.2.4 Zehrungsrate des Sediments

Die Sedimentzehrung kann je nach Gewässertyp und Seebodenbildung ein sehr unterschiedliches Ausmaß annehmen. In der Fachliteratur finden sich Angaben von 0,02 bis 15 O<sub>2</sub> g/m<sup>2</sup>/d. Der für die Reaktionsgeschwindigkeit und das Ausmaß der tatsächlichen Zehrungsrate sehr wichtige Halbsättigungskoeffizient kann zwischen 0,1 und 1,5 mg/L betragen. Für die hier verwendete Modellkonfiguration zur Berechnung einer mittleren Belastung wird eine Sedimentzehrungsrate von 0,6 g/m<sup>2</sup>/d während der Auskiesung und 1 g/m<sup>2</sup>/d nach deren Abschluss vorausgesetzt. Diese übersteigt den von HIPSEY et al. (2006) mit 0,3 g/m<sup>2</sup>/d angegebenen Wert, bleibt aber deutlich unter den 2 g/m<sup>2</sup>/d, die ÖZKUNDAKCI et al. (2011) ermittelt haben (vgl. Tabelle 7.2, Seite 45). Für den Halbsättigungskoeffizienten werden entsprechend ÖZKUNDAKCI et al. (2011) 0,25 mg/l angenommen.

Der Zehrungswert von 2 g/m<sup>2</sup>/d wäre für das Untersuchungsgewässer deutlich zu hoch, da bei einer derart starken Sedimentzehrung bereits im Istzustand trotz Auskiesung ein sauerstoffarmer Tiefenwasserkörper entstanden wäre. Dies wurde aber in keiner Messung nachgewiesen. Auch Untersuchungen am Lichtenbroicher Baggersee bei Düsseldorf, der seit vielen Jahren nicht mehr ausgekieset wird, zeigen, dass Zehrungsraten von 2 g/m<sup>2</sup>/d als zu hoch anzusehen sind (Boos 2021).

Der angenommene Zehrungswert von  $1 \text{ g/m}^2/\text{d}$  in Verbindung mit dem Halbsättigungskoeffizienten von  $0,25 \text{ mg/L}$  kann für die Darstellung des oberen Niveaus einer mittleren Belastung als realistisch gelten, da dieser Wert selbst unter deutlich zehrungsintensiveren Bedingungen kaum überschritten wird. Nach den in der TGL 27 885/04 angegebenen Formeln für die Berechnung der Sauerstoffzehrung von Flachspeichern nach Ersteinstau ist eine Sedimentzehrungsrate von  $1 \text{ g/m}^2/\text{d}$  als hoch anzusehen. Dieser Wert wird nach der Erstüberstauung einer bewachsenen Wiese bereits nach ca. 100 Tagen unterschritten (vgl. Abbildung 7.3).

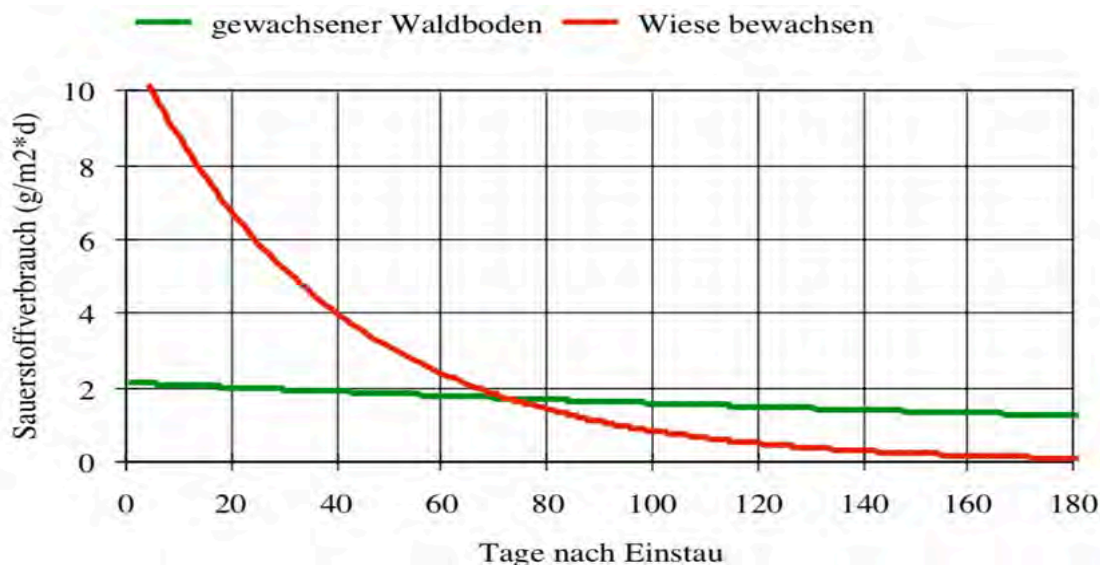


Abbildung 7.3: Verlauf der  $\text{O}_2$ -Zehrungsraten bei unterschiedlichem Bewuchs ( $T 20^\circ\text{C}$ ) nach TGL 27 885/04

### 7.2.5 Betriebsbedingte Faktoren

Im Rahmen der Kiesgewinnung ergeben sich betriebsbedingte Effekte, welche die Seewasserbeschaffenheit beeinflussen und nach Abschluss der Kiesgewinnung, also im Genehmigungszustand, als güterelevante Faktoren wegfallen. Dabei handelt es sich insbesondere um:

- Die Intensivierung der Wasserzirkulation durch den Baggerbetrieb
- Ein durch die Kieswäsche verursachte Wasserumschlag (Man rechnet bei der Kies- und Sandwäsche je t Sand und Kies mit der 2,5-fachen Wassermenge, die für den Klassierungsprozess benötigt wird.)
- Die Freisetzung von Feinsedimenten durch Kieswäsche und Baggerbetrieb (Der Schwebstoffanteil ist dabei meist kleiner als  $2 \text{ kg/m}^3$ .)

#### 7.2.5.1 Zirkulationseffekte durch die Auskiesungstätigkeit

Die Auskiesungstätigkeit intensiviert das Zirkulationsverhalten erheblich und setzt damit die Schichtungsstabilität deutlich herab. Dieser Prozess ist vergleichbar mit hydromechanischen Effekten durch Rührwerke zur Destratifikation, die im Modell berücksichtigt werden können, so dass auf diese Weise eine Simulation der auskiesungsverursachten Beeinflussungen des Schichtungsverhaltens möglich wird (LEWIS et al. 2001).

Die Zirkulationswirksamkeit der Baggertätigkeit kann anhand der eingesetzten Baggertechnik (Seilbagger), der täglichen Hebezyklen (Seilbagger), der umgeschlagenen Wassermenge (Kieswäsche), der Zahl der Betriebstage und Betriebsstunden, der Baggertiefe und der Schaufelgeometrie ermittelt werden. Aufgrund von Erfahrungswerten bezüglich der üblicherweise in vergleichbaren Baggerseen eingesetzten Gewinnungstechnik wird dabei von einer mittleren Wasserumwälzung durch den Hebevorgang ausgegangen, die einem Volumenstrom von  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  entspricht.

Diese Umwälzung wird an 12 Stunden eines Tages (daytime) wirksam, wobei der Anlagenbetrieb, der zu der Umwälzung führt, an 228 Tagen innerhalb eines Jahres erfolgt. Sonntags und samstags, während der Betriebsferien und im Winter (5.12. bis 31.1.) findet meistens kein Betrieb statt. Die Tagesverteilung der Wasserumwälzung ist der Abbildung 7.4 zu entnehmen.

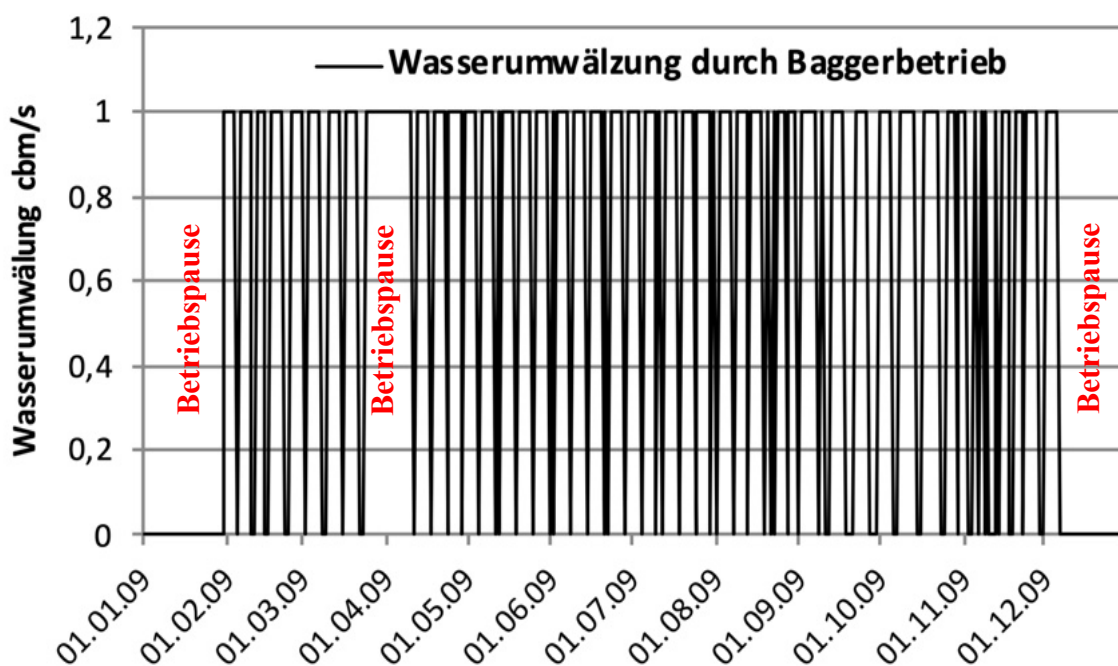


Abbildung 7.4: Wasserumwälzung im Tagesbetrieb (12 h)

### 7.2.5.2 Durch Kieswäsche verursachter Wasserumschlag

Die durch die Kieswäsche umgewälzte Wassermenge nimmt ein Ausmaß von ca. 1,6 Mio.  $\text{m}^3/\text{Jahr}$  an.

### 7.2.5.3 Eintrag von Suspensa aus der Kieswäsche und dem Baggerbetrieb

Für die Einleitungen von Kieswaschwasser werden identische Betriebsphasen vorausgesetzt wie für den Baggerbetrieb. Das entscheidende Kriterium zur Bestimmung der Güterelevanz des in den See zurückgeleiteten Kieswaschwassers ist sein Anteil an mineralischen Feinmaterialien aus Ton, Schluff und Sand. Dieser Partikeleintrag beeinflusst die Wassertrübung und den Dichtegrad des Wassers.

Im Rahmen der Kieswaschwassereinleitung wird von einem mittleren Eintrag an abfiltrierbaren Stoffen von  $1 \text{ g/L}$  ausgegangen. Bei einer Rückleitmenge von 1,6 Mio.  $\text{m}^3/\text{Jahr}$  entspricht dies einer Einleitmenge von ca. 1.600 t Feinstschlämmen pro Jahr. Nicht berück-

### *Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

sichtigt werden die im direkten Baggerbetrieb freigesetzten Feinstmaterialien, die noch einmal in der gleichen Größenordnung liegen dürften.

Die Trübungseffekte werden für die Varianten mit Kiesgewinnung (Vergleichszustand 1 und Planvariante 1) mit den folgenden Korngrößenanteilen und Konzentrationen abfiltrierbarer Stoffen (Kieswaschwasserrückleitung und Baggerbetrieb) berücksichtigt:

<b>Bezeichnung</b>	<b>Korngrößendurchmesser</b>	<b>Konzentration</b>
SSOL1	$\leq 0,003$ mm	1000 mg/L
SSOL2	$> 0,003$ und $\leq 0,01$ mm	1000 mg/L

### 7.3 Modellierung der Güteentwicklung unter den Bedingungen des Istzustandes zur Prüfung der Modellgenauigkeit und als Vergleichszustand 1

Die Modellierung des Vergleichszustandes 1 liefert Modellwerte für den Vergleich mit der Planvariante 1, die bei noch bestehender Auskiesung umgesetzt wird. Außerdem ermöglicht die Simulation eine Prüfung der Modellgenauigkeit, weil sie Modellwerte für einzelne Stichtage erstellt, an denen auch reale Messungen erfolgten. Die Auskiesungstätigkeit intensiviert das Zirkulationsverhalten im Vergleichszustand 1 (Istzustand) und auch bei der Planvariante 1 (vgl. Kapitel 7.2.5.1), wobei die durch die Kieswäsche umgewälzten Wassermengen das folgende Ausmaß annehmen:

- Kieswäsche Modelljahre 1-19 1.581.584 m<sup>3</sup>/Jahr

#### 7.3.1 Temperaturhaushalt im Vergleichszustand 1

Das Modell berechnet für die morphologischen, meteorologischen und hydraulischen Inputdaten des Vergleichszustandes 1 die in der Abbildung 7.5 dargestellten Temperaturverläufe.

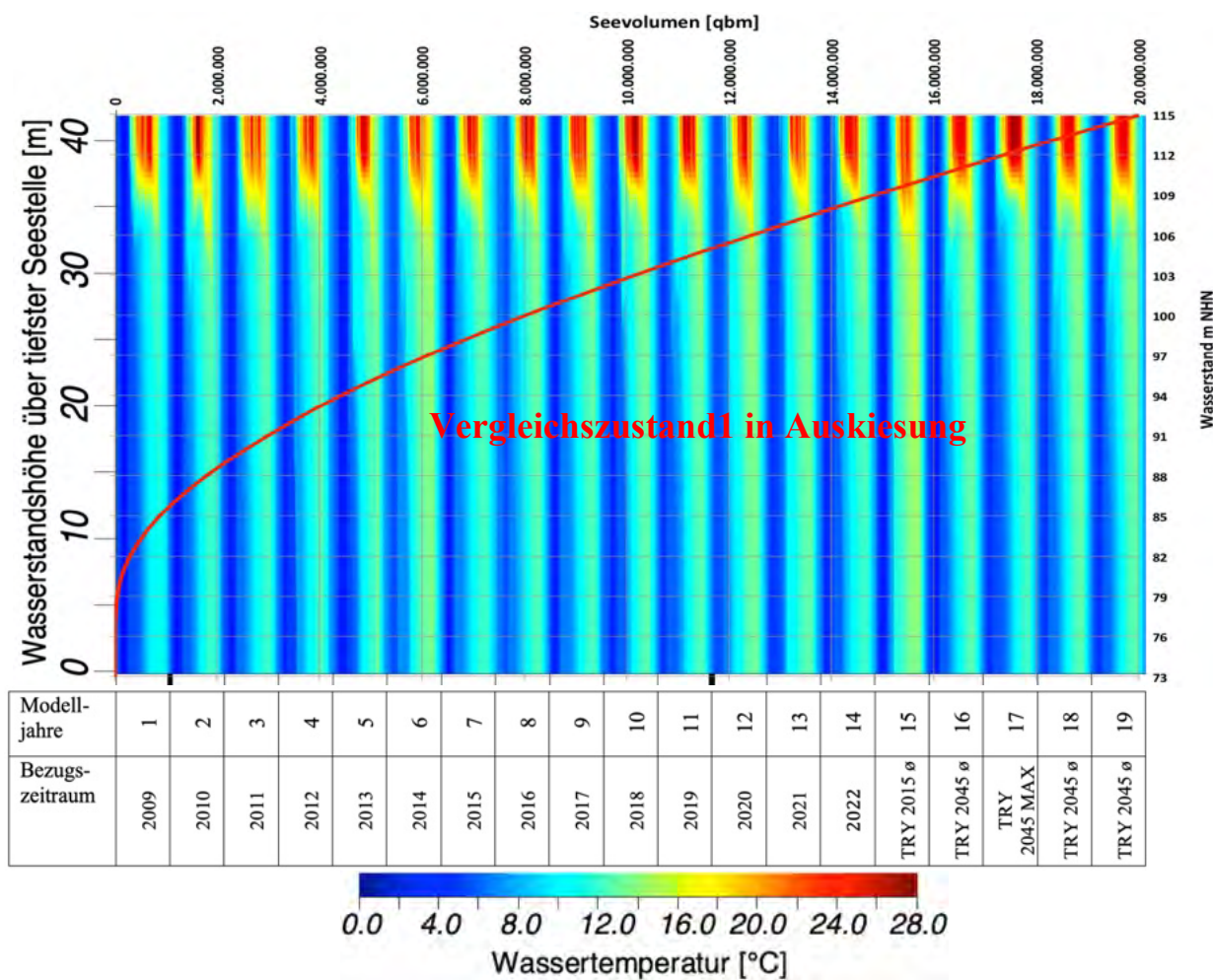
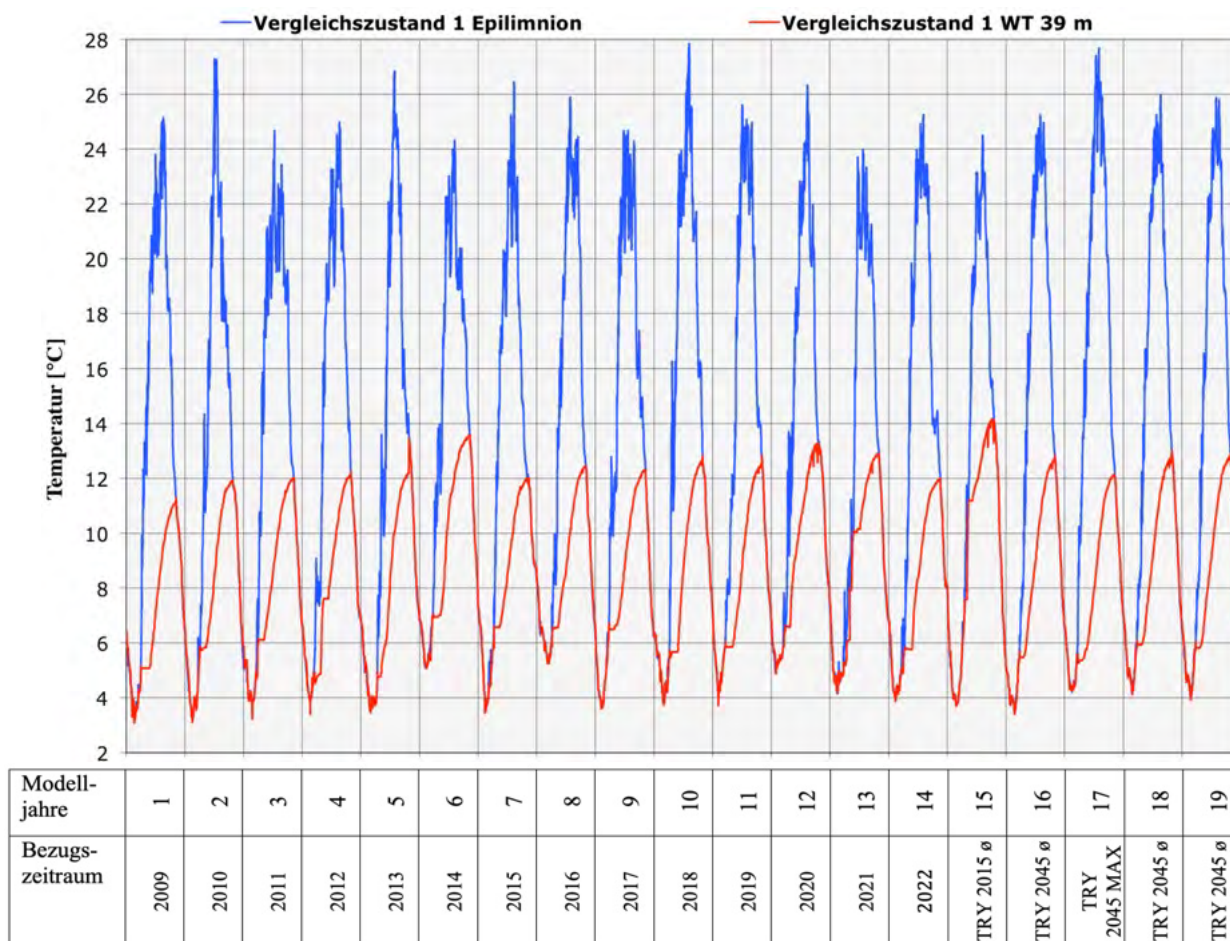


Abbildung 7.5: Temperatursimulation für den Vergleichszustand 1

## *Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

Während des gesamten Untersuchungszeitraums ist mit einer Vollandmischung des Sees in den Winterhalbjahren und eine Stratifizierung im Sommer zu rechnen. Durch den mit der Auskiesungstätigkeit verbundenen Eintrag von warmem Oberflächenwasser in die Gewässertiefe kommt es zu einer Erhöhung der hypolimnischen Wassertemperaturen.

Sowohl im Epilimnion (3 m Wassertiefe) als auch im seebodennahen Wasserkörper (3 m über Grund = 39 m Wassertiefe) zeigt sich ein deutlicher Jahresgang der Wassertemperaturen (vgl. Abbildung 7.6), der ebenfalls auf eine Vollandmischung des Sees in den Zirkulationsphasen hinweist.



**Abbildung 7.6: Temperaturwerte der Simulation des Vergleichszustandes 1 im Epilimnion und über Grund**

Wie ein Vergleich der Prognoseergebnisse unter Bezug auf historische Klimadaten (2009 bis 2022) einerseits und die zukünftige Klimaentwicklung (Test-Referenz-Jahr TRY 2045 des DWD) andererseits zeigt, ergeben sich für den Temperaturhaushalt des tiefen Untersuchungsgewässers eher geringe Auswirkungen durch die Klimaerwärmung (vgl. Tabelle 7.10).

Im Mittel kommt es zu einem Temperaturanstieg um 0,37 °C im Epilimnion und um 0,24 °C im grundnahen Wasserkörper. Durch den Baggerbetrieb in der Auskiesungsphase erfolgt allerdings eine intensivere Vermischung des Seewassers, so dass Temperaturunterschiede zwischen dem oberflächennahen und dem tiefen Wasserkörper abschwächt werden. Dies kann zu einer Überlagerung und Nivellierung von Klimafolgewirkungen führen.

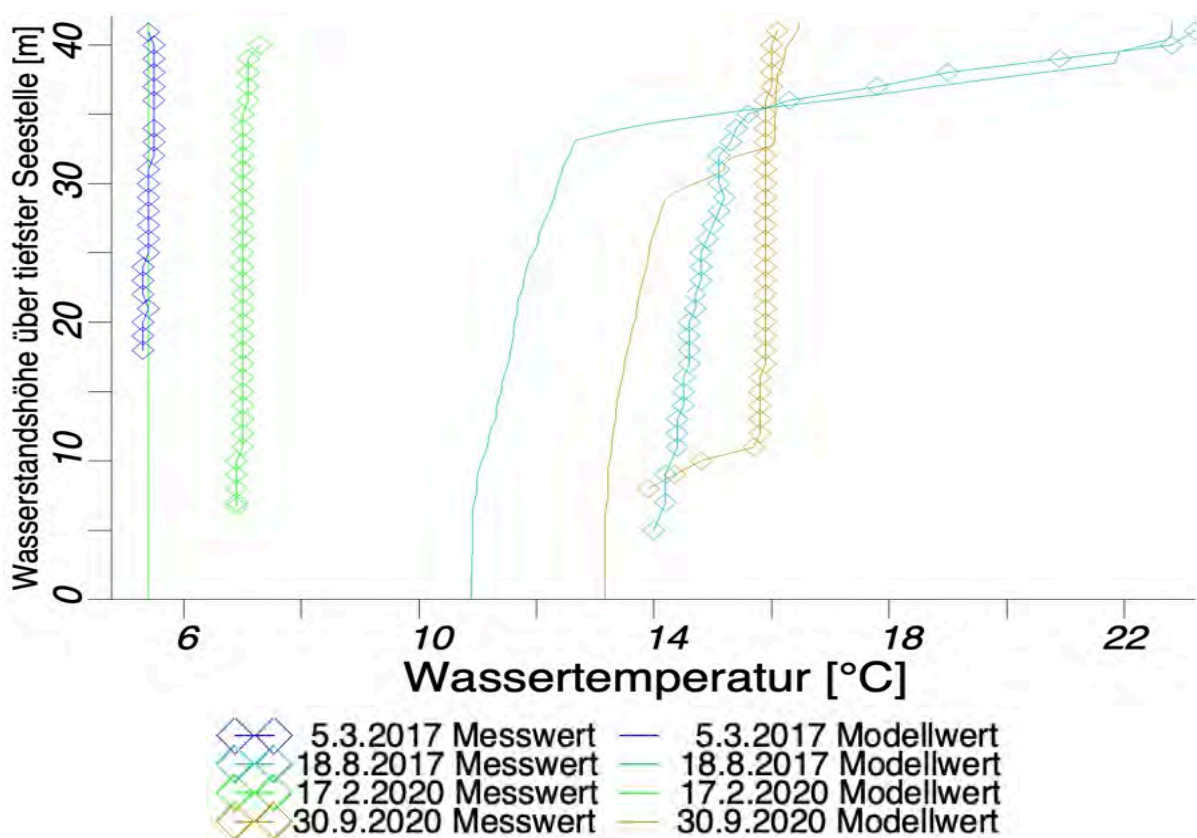
## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen

**Tabelle 7.10: Statistische Lageparameter der prognostizierten Wassertemperaturen für den Vergleichszustand 1**

	historischer Zeitraum 2009-2022		Zukunftszeitraum	
	Epilimnion	3m ü. Grd.	Epilimnion	3m ü. Grd.
Mittelwert [°C]	13,15	8,32	13,52	8,56
Minimum [°C]	3,25	3,07	3,48	3,40
Maximum [°C]	27,82	13,59	27,67	14,17

Der Vergleich einzelner Stichtagsmessungen mit den für diese Stichtage berechneten Modellwerten (vgl. Abbildung 7.7) zeigt eine ausreichende Genauigkeit, so dass die maßnahmenbedingten Auswirkungen auf den Temperaturhaushalt und das Schichtungsverhalten des Sees mit den gewählten Modellkonfigurationen gut erfasst werden.

Unterschiede zwischen den Mess- und Simulationswerten können sich insbesondere durch zeitweise Abweichungen der Auskiesungsintensität oder der Windgeschwindigkeiten ergeben.



**Abbildung 7.7: Feldmessungen 2017 bis 2020 im Vergleich zu den Simulationswerten der Temperatur im Vergleichszustand 1**

### 7.3.2 Sauerstoffhaushalt im Vergleichszustand 1

Auch bei bestehender Auskiesung weist das Modell während der Stagnationsphasen Sauerstoffdefizite in den tieferen Wasserschichten aus, die aber in den Zirkulationsphasen wieder vollständig ausgeglichen werden (vgl. Abbildung 7.8).

Von der sommerlichen Sauerstoffarmut ist allerdings nur eine sehr kleine bodennahe Schicht betroffen, wie aus der ebenfalls dargestellten Volumenkurve abzulesen ist.

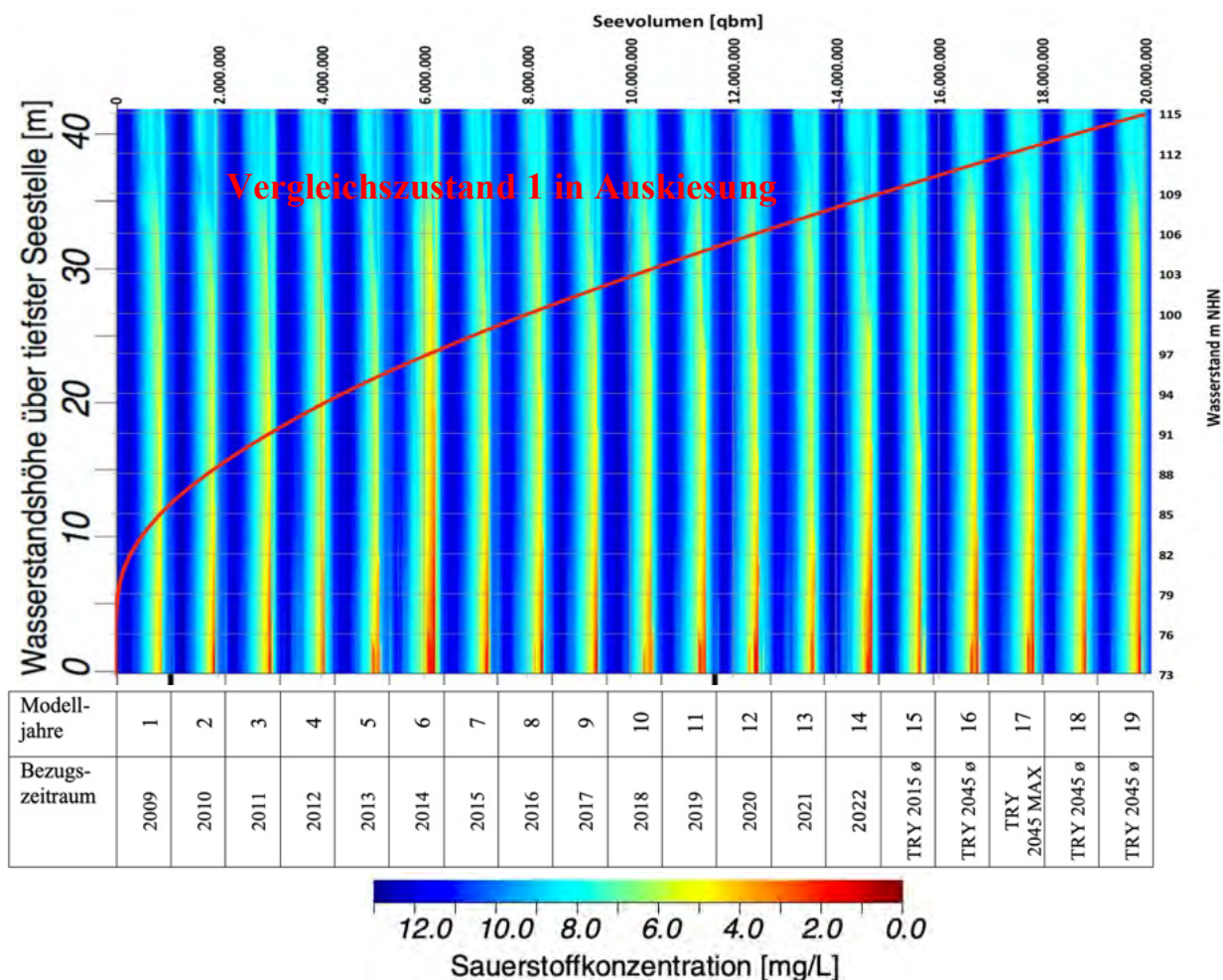
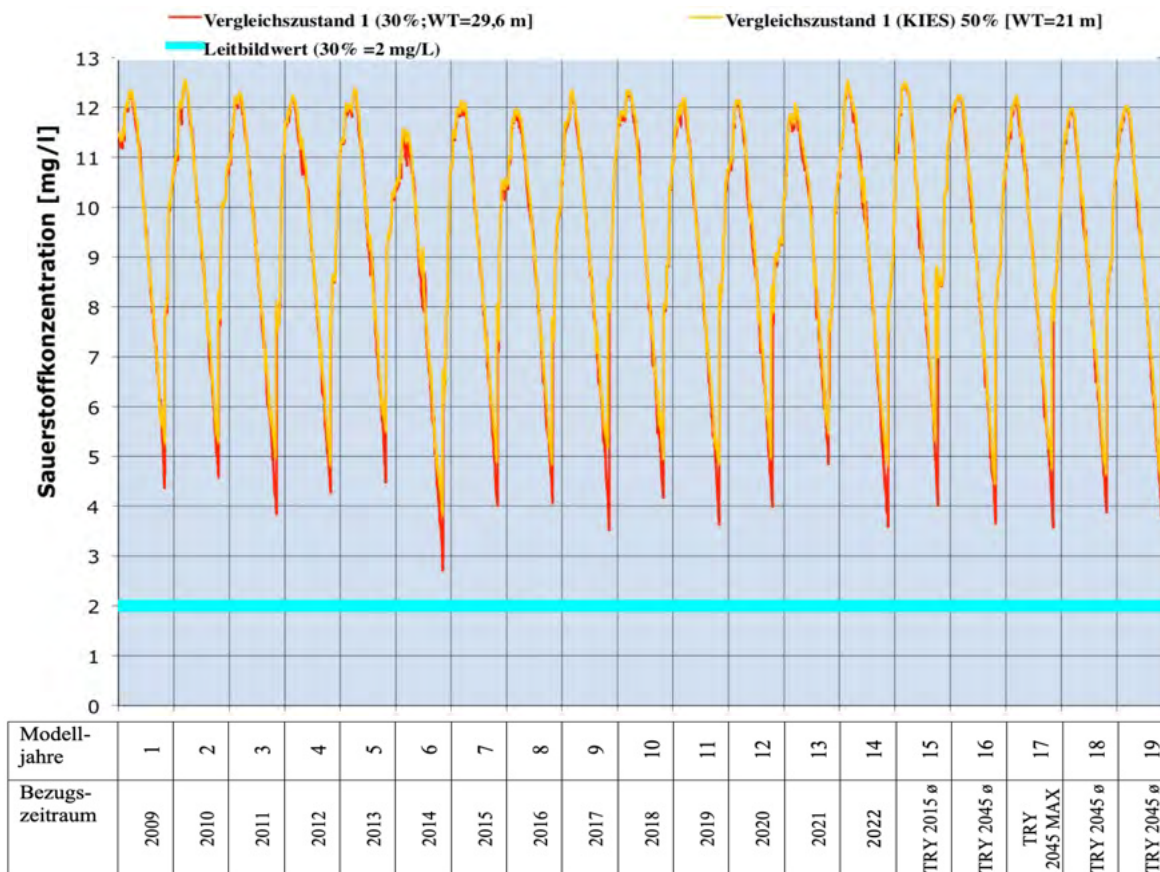


Abbildung 7.8: Simulation der Sauerstoffgehalte im Vergleichszustand 1

Der Orientierungswert, demzufolge die sauerstoffarme Wasserschicht ( $< 2 \text{ mg/l}$ ) maximal 30 % der größten Seetiefe einnehmen sollte (vgl. Kapitel 3.1), wird im gesamten Betrachtungszeitraum eingehalten (vgl. Abbildung 7.9).

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.9:** Simulation der Sauerstoffwerte des Vergleichszustandes 1 im Bereich von 30 % und 50 % der maximalen Wassertiefe über Grund

Die Sauerstoffgehalte in der Gewässertiefe werden durch den Klimawandel kaum beeinflusst (vgl. Tabelle 7.11). Tendenziell weist das Modell einen geringen Rückgang der mittleren Sauerstoffwerte sowohl in 21 als auch in 29,6 m Wassertiefe aus.

Auch in Bezug auf diesen Parameter überlagert die Auskiesungstätigkeit ebenso wie beim Temperaturhaushalt (siehe Kapitel 7.3.1) mögliche Klimafolgenwirkungen. Außerdem gehen die für die Simulation des Zukunftszeitraums genutzten TRY Daten des DWD von höheren mittlere Windgeschwindigkeiten aus, in deren Folge mit der stärkeren Wasserzirkulation vermehrt Sauerstoff in die Gewässertiefe transportiert wird.

**Tabelle 7.11:** Statistische Lageparameter der prognostizierten Sauerstoffgehalte in 15,5 m und 21,7 m Wassertiefe für den Vergleichszustand 1

	WT 29,6 m 2009-2022	WT=29,6 m Zu- kunftszeitraum	WT=21m 2009-2022	WT=21m Zukunfts- zeitraum
Mittelwert [O <sub>2</sub> mg/L]	9,33	9,23	9,47	9,40
Minimum [O <sub>2</sub> mg/L]	2,71	3,57	3,82	4,44
Maximum [O <sub>2</sub> mg/L]	12,54	12,50	12,54	12,50

Im Vergleich zu den am gleichen Stichtag erhobenen Messwerten zeigen die im Modell berechneten Werte teilweise einen etwas ungünstigeren Zustand des Sauerstoffhaushaltes an (vgl. Abbildung 7.10), die wahrscheinlich auf einer zu starken Gewichtung der Sedimentzehrung beruht. Insgesamt ist aber von einer ausreichenden Modellgenauigkeit auszugehen.

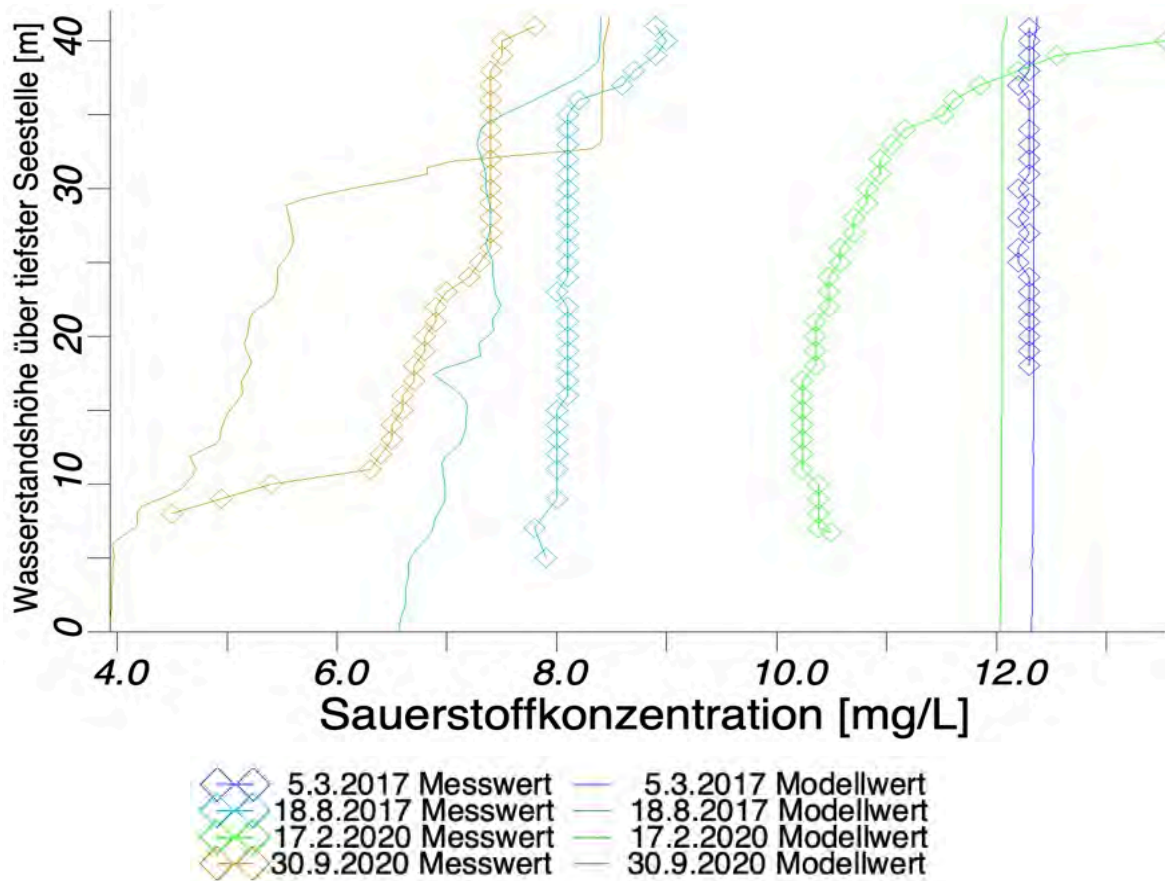


Abbildung 7.10: Feldmessung und Simulation der Sauerstoffwerte 2020-2021 im Vergleichszustand 1

### 7.3.3 Nährstoffsituation (Phosphorgehalte) im Vergleichszustand 1

Während der Auskiesung ist mit sehr geringen Phosphorbelastung des Seewassers über den gesamten Prognosezeitraum zu rechnen (vgl. Abbildung 7.11). Phosphoranreicherungen durch Rücklösungseffekte mit höheren Konzentrationen über Grund bleiben ohne güterelevante Bedeutung. Tendenziell zeigt sich ein leichter Anstieg der Phosphorgehalte zum Ende des Betrachtungszeitraums, also unter Bezug auf den bereits vom Klimawandel betroffenen Prognosezeitraum.

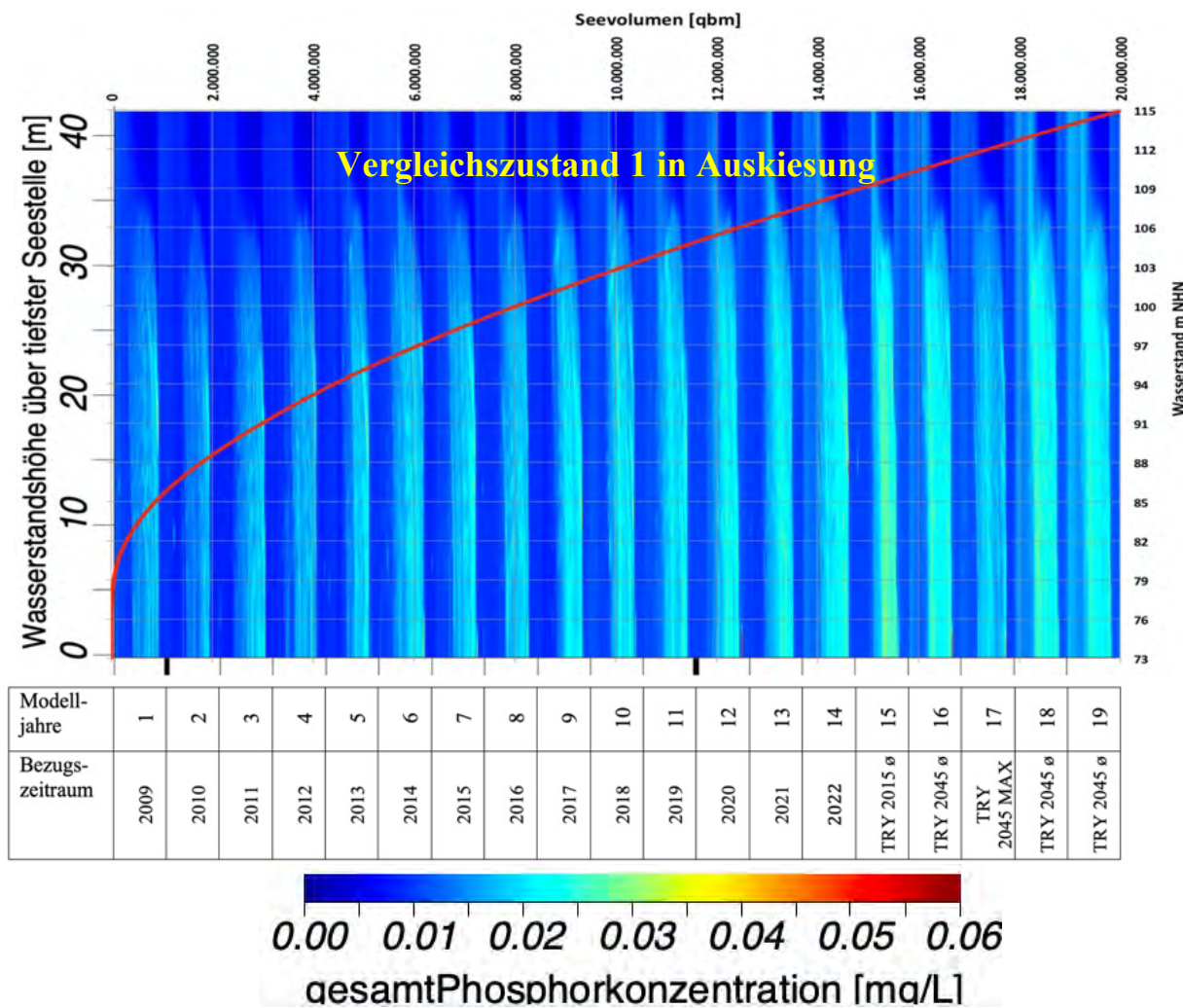
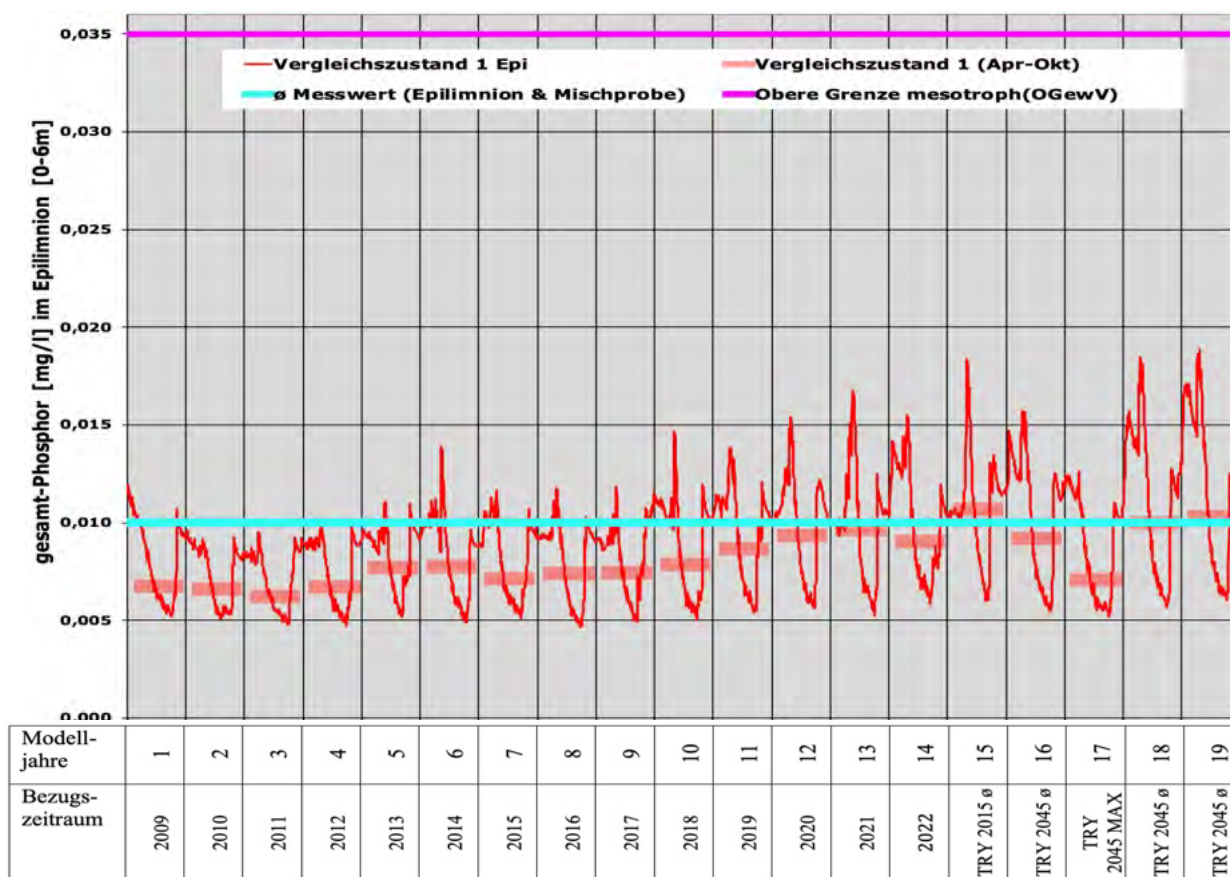


Abbildung 7.11: Phosphorsimulation im Vergleichszustand 1

Die Phosphorkonzentrationen in der trophogenen Zone (0-6 m Wassertiefe) schwanken im Jahresverlauf und erreichen die Maximalwerte im Frühjahr (vgl. Abbildung 7.12). Die Saisonmittelwerte (April bis Oktober) bleiben stets deutlich unter dem als Orientierungswert gesetzten mesotrophen Status an und prognostizieren damit einen langfristig stabilen, sehr hohen Gütezustand mit geringen Nährstoffbelastungen.

Die im Modell ausgewiesene Zunahme der Phosphorwerte im Verlauf des Betrachtungszeitraumes ist auf eine zeitverzögerte Angleichung des Modells an die Belastung durch das Rückspülwasser zurückzuführen. Daher pendeln sich die Modellwerte für die Phosphorbelastung des Seewassers erst nach 12 Jahren ein, und es ist folglich nicht von einer Belastungszunahme auszugehen.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.12:** Simulation der Phosphorgehalte des Vergleichszustandes 1 in der trophogenen Zone unter Bezug auf die leitbildkonformen Orientierungswerte

Aus den in der Tabelle 7.12 angegebenen statistischen Lageparameter ist möglicherweise aber auch ein leichter Anstieg der Nährstoffbelastung des Seewassers als Folge der Klimaeränderungen abzulesen. Selbst dann bleiben die Phosphorwerte jedoch sehr deutlich im Bereich der gesetzten Zielgrößen.

Die prognostizierten stabilen oligotrophe bis mesotrophe Bedingungen stellen das günstigste Entwicklungsszenarium dar, das unter den gegebenen naturräumlichen und zukünftigen klimatischen Bedingungen zu erwarten ist.

**Tabelle 7.12:** Statistische Lageparameter der prognostizierten Phosphorgehalte des Vergleichszustandes 1 im Epilimnion

	Historischer Zeitraum	Zukunftszeitraum	Güteeanforderung OGewV 2016
Mittelwert [P mg/l]	0,009	0,011	0,035
Minimum [P mg/l]	0,005	0,005	
Maximum [P mg/l]	0,017	0,019	

Die Simulationsergebnisse zeigen eine ausreichende Übereinstimmung mit den 2017 und 2020 gemessenen Feldwerten, so dass auf Basis der gewählten Modellkonfiguration zuverlässige Prognoseergebnisse erarbeitet werden können (vgl. Abbildung 7.13).

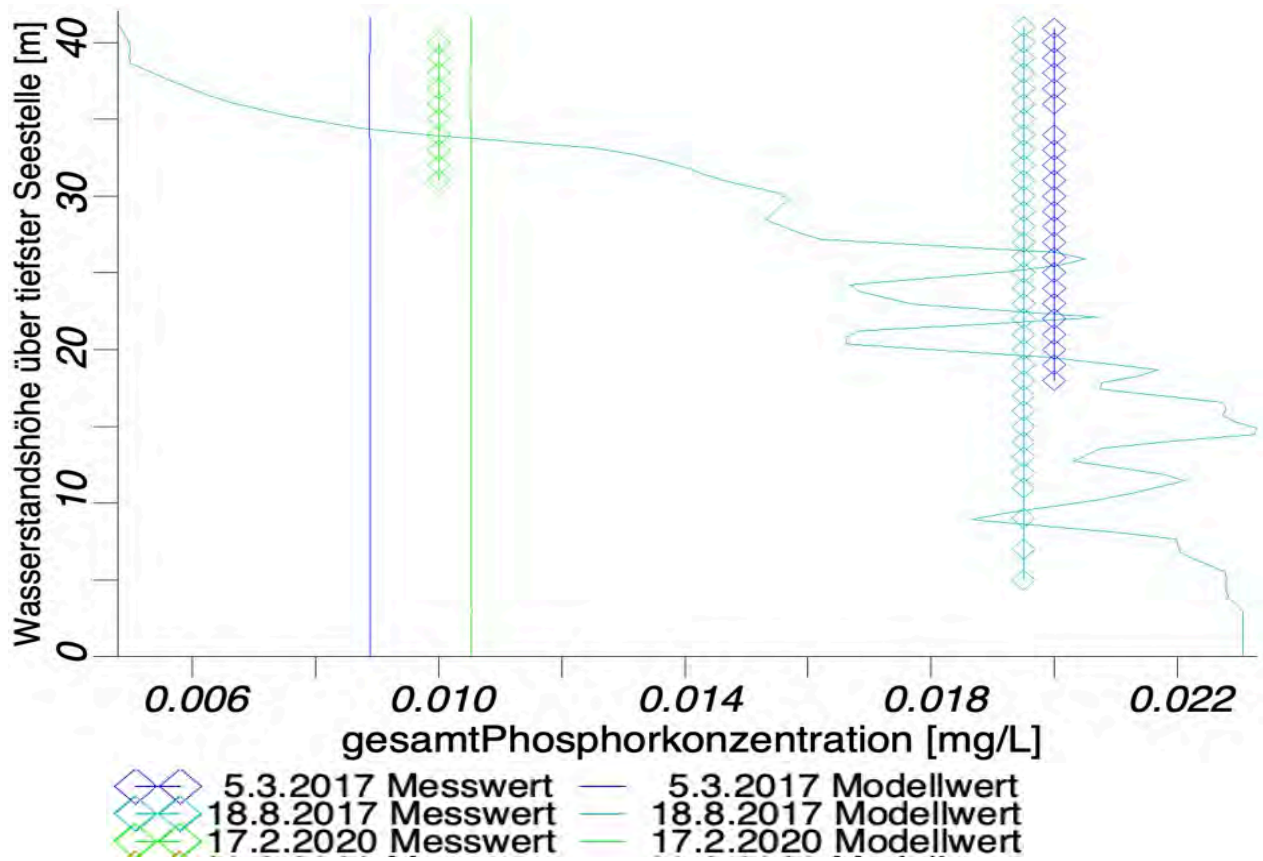


Abbildung 7.13: Feldmessung und Simulation der Phosphorgehalte im Vergleichszustand 1

### 7.3.4 Chlorophyll-a Gehalte im Vergleichszustand 1

Den niedrigen Phosphorgehalte im Seewasser entspricht die im Modell prognostizierte sehr geringe Planktonentwicklung (vgl. Abbildung 7.14). Die höheren Werte im ersten Modelljahr entstanden, weil sich das Modell noch nicht „eingeschwungen“ hat.

Über den gesamten Betrachtungszeitraum stellt sich ein stabiler Gleichgewichtszustand ein. Das Modell weist keinen signifikanten Anstieg der Chlorophyll-a Gehalte für die Zukunftsreferenzjahre aus, obwohl bei steigenden Temperaturen das Algenwachstum im Allgemeinen zunimmt. Während des Baggerbetriebs werden die Algen durch die mineralische Trübe und die intensivere Wasserzirkulation in ihrem Wachstum offenbar so stark gehemmt, dass Wachstumsimpulse durch zusätzlich Erwärmung verpuffen.

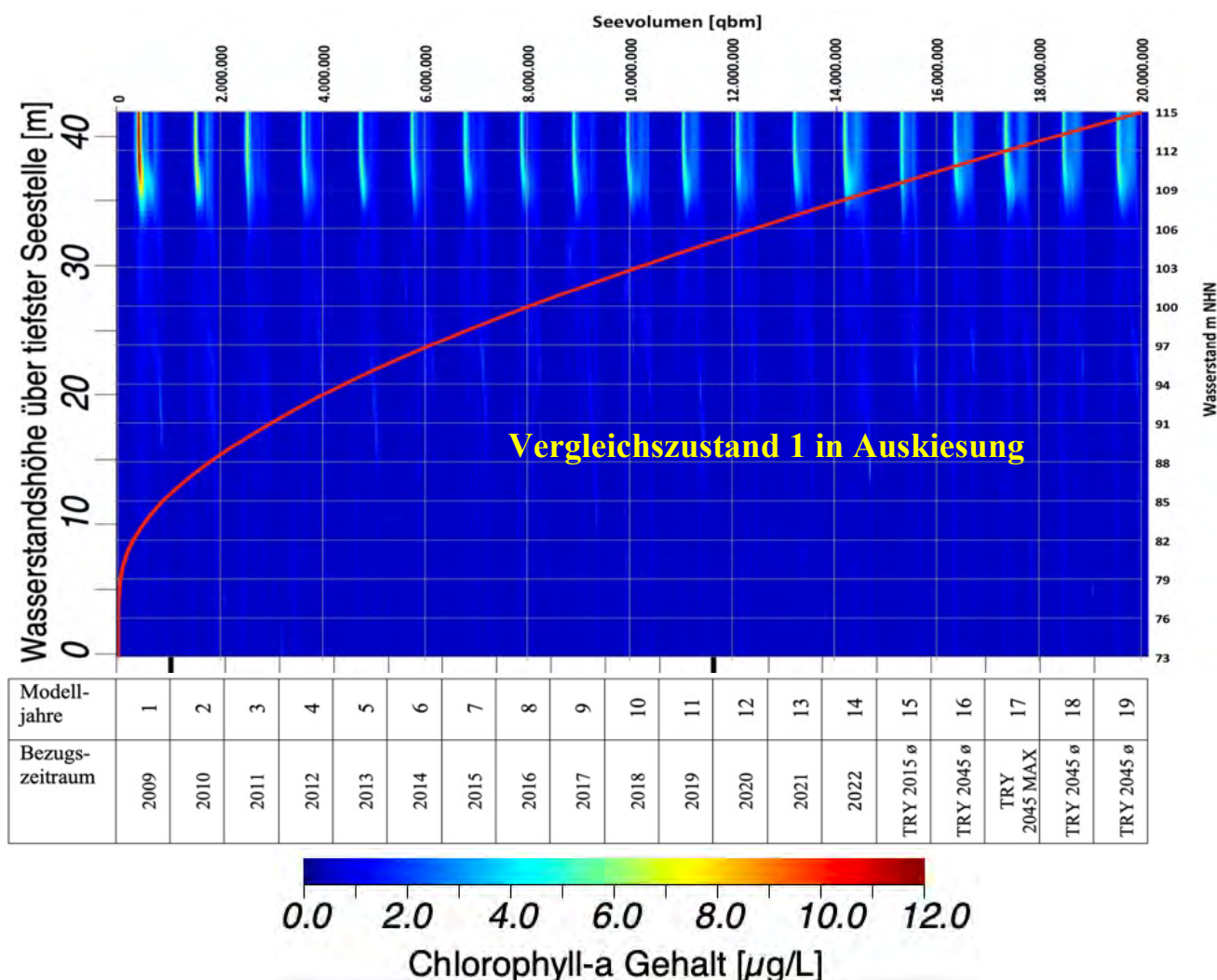
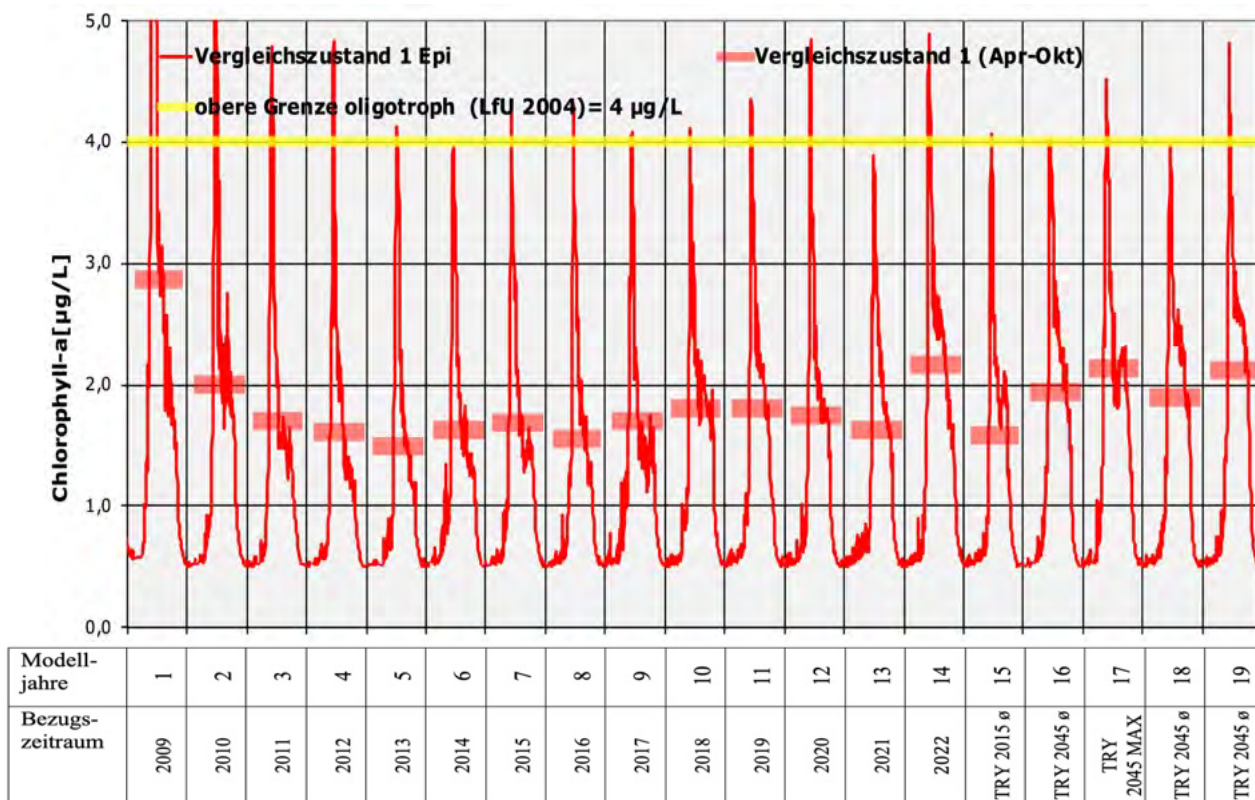


Abbildung 7.14: Chlorophyll-a Simulation im Vergleichszustand 1

Die Prognose der für die Einstufung maßgeblichen Saisonmittelwerte (1.4. bis 1.11.) weist Chlorophyll-a Gehalte aus, die generell deutlich im Bereich des oligotrophen Spektrums liegen (vgl. Abbildung 7.17). Dies entspricht einen sehr nährstoffarmen Zustand noch unterhalb des Orientierungsrahmens (mesotroph).

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.15:** Simulation der Chlorophyll-a Gehalte des Vergleichszustandes 1 in der trophogenen Zone unter Bezug auf die leitbildkonformen Orientierungswerte

Die als Klimafolgewirkung anzunehmende stärkere Erwärmung des Seewassers verursacht nur geringfügige Veränderungen der Algenentwicklung (vgl. Tabelle 7.13).

**Tabelle 7.13:** Statistische Lageparameter der prognostizierten Chlorophyll-a Werte für den Vergleichszustand 1

	Trophogene Zone (0-6 m) 2009-2022 Saisonwerte	Trophogene Zone (0-6 m) Zukunftszeitraum Saisonwerte	Orientierungswert
Mittelwert (mg/l Chl-a)	1,81	1,94	< 12 (LfU 2004)
Minimum (mg/l Chl-a)	1,49	1,58	
Maximum (mg/l Chl-a)	2,88	2,14	

Die Algenentwicklung unterliegt infolge der kurzen Lebenszyklen sämtlicher Algenarten einer sehr erheblichen Schwankungsbreite, so dass sich mittels Vergleichen zwischen einzelnen Stichtagsmessungen und den für diese Stichtage berechneten Modellwerten die Modellgenauigkeit weniger bewerten lässt als bei den übrigen Parametern.

Unter dieser Voraussetzung zeigt der in Abbildung 7.16 dargestellte Vergleich von Feldmessungen und Rechenwerten eine ausreichende Modellgenauigkeit an

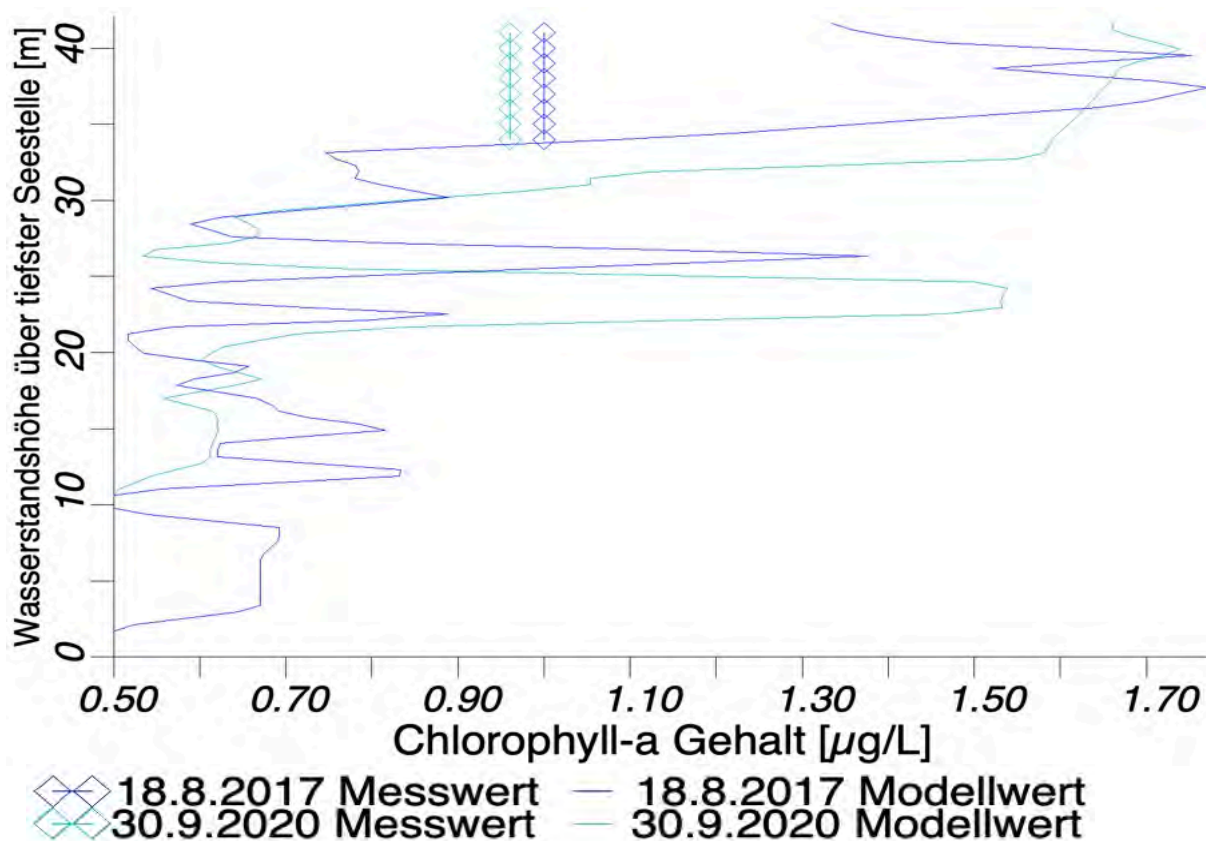


Abbildung 7.16: Feldmessung und Simulation der Chlorophyll-a Gehalte im Vergleichszustand 1

### 7.3.5 Cyanobakterien (Blualgen) im Vergleichszustand 1

Das Cyanobakterienaufkommen kann durch eine Nährstoffzunahme und/oder steigende Wassertemperaturen bzw. vermehrte Sonneneinstrahlung jederzeit zunehmen. Ein Anstieg des Cyanobakterienaufkommens ist also in Zukunft infolge der globalen Erwärmung durchaus möglich. Auch nehmen potentiell toxische Arten wie *Cylindrospermopsis* und *Lyngbya*, die über einen tropischen bis subtropischen Verbreitungsschwerpunkt verfügen, seit den letzten beiden Dekaden in Europa zu. Cyanobakterien dominieren oft in Gewässern, die sich durch mittlere oder sogar geringe Nährstoffgehalte auszeichnen. Gerade warme, langanhaltende Sommer bieten den ansonsten im Vergleich zu Algen langsamer wachsenden Cyanobakterien gute Entwicklungsmöglichkeiten, so dass sie unter diesen Bedingungen eine Dominanz ausbilden können.

Das in der Abbildung 7.17 dargestellte Prognoseergebnis für die Biomasseentwicklung von Cyanobakterien als Chlorophyll-a Gehalt in µg/L für die belichtete (trophogene) Zone als Mittelwert im Bereich der Wassertiefe von 0-5 m zeigt, dass im Vergleichszustand 1 das Cyanobakterienaufkommen sowohl unter Bezug auf die gegenwärtig vorherrschenden Klimabedingungen als auf für den Zukunftszeitraum während der Auskiesung nur ein unbedeutendes Ausmaß annimmt. Selbst der Wert für die unterste Warnstufe des UBA (Warnstufe 1 = < 5µg/L, vgl. Kapitel 3.3) wird bei weitem nicht erreicht.

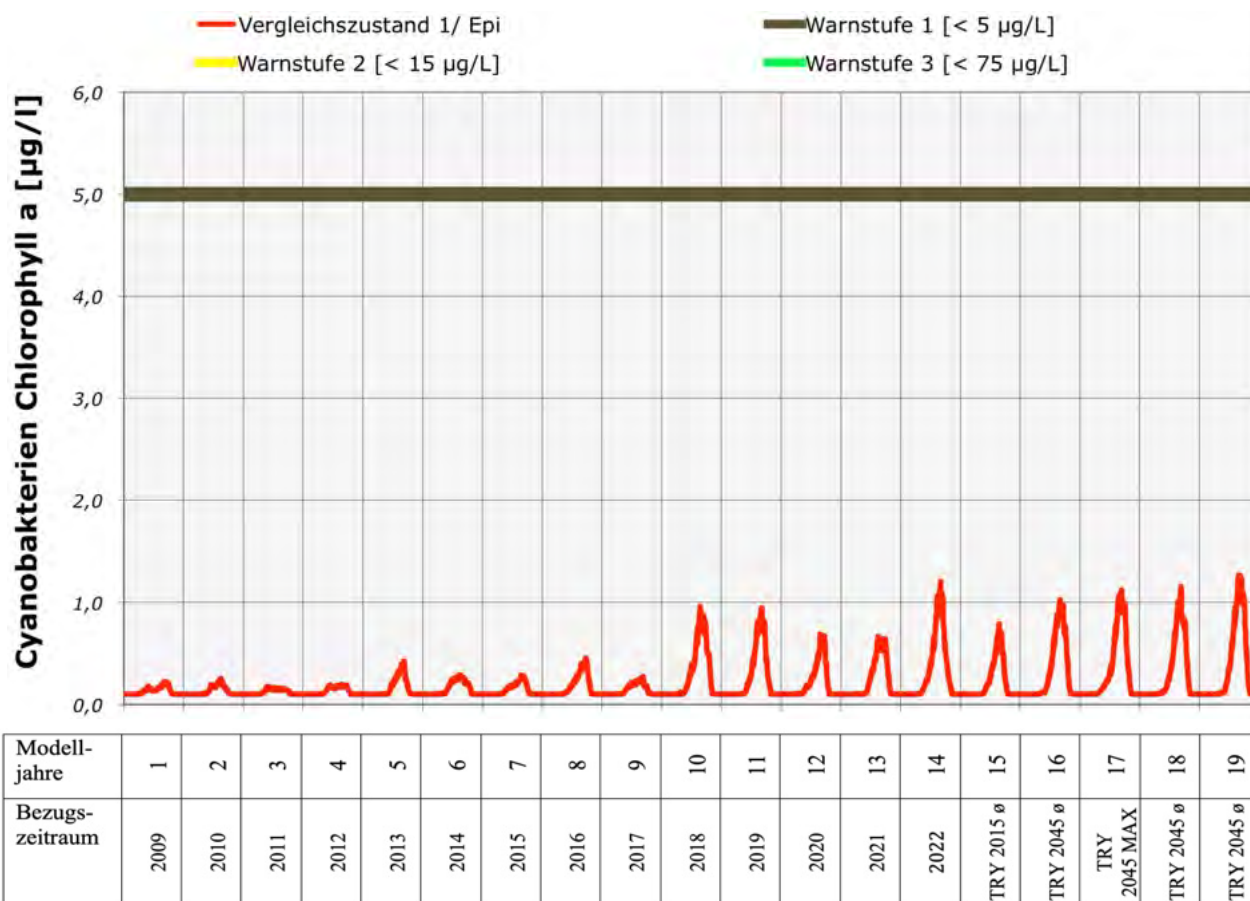


Abbildung 7.17: Simulation der Cyanobakteriendichte des Vergleichszustandes 1 in der trophogenen Zone (WT=0-5 m)

### 7.3.6 Sichttiefenwerte im Vergleichszustand 1

Die Sichttiefe hängt von der Menge der im Wasser gelösten Partikel (Trübstoffe) ab und ist ein wichtiges Maß, um die maximale Tiefe des möglichen Wasserpflanzenwachstums abschätzen zu können. In grundwasserdominierten Seen ohne starke oberflächige Trübstoffeinträge wird die Sichttiefe maßgeblich von der Menge schwebender Organismen (Plankton), insbesondere von Algen, bestimmt.

Aus der im Modell ermittelten Extinktionsrate wurde die Sichttiefe in Anlehnung an HORNING (2002) nach der folgenden Formel berechnet:

$$\text{Sichttiefe SD [m]} = 1,44 / (\text{Extinktionskoeffizient} \cdot \text{m}^{-1})$$

Dabei ergeben sich folgende Entsprechungen:

Extinktion [1/m]	2,4	2,1	1,6	1,3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
Sichttiefe [m]	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2	2,3	2,8	3,5	4,7	7

Die Sichttiefe wird während der Kiesgewinnung durch mineralische Trübungen erheblich eingeschränkt. Die Modellsimulation zeigt diesen Zustand deutlich an (vgl. Abbildung 7.18).

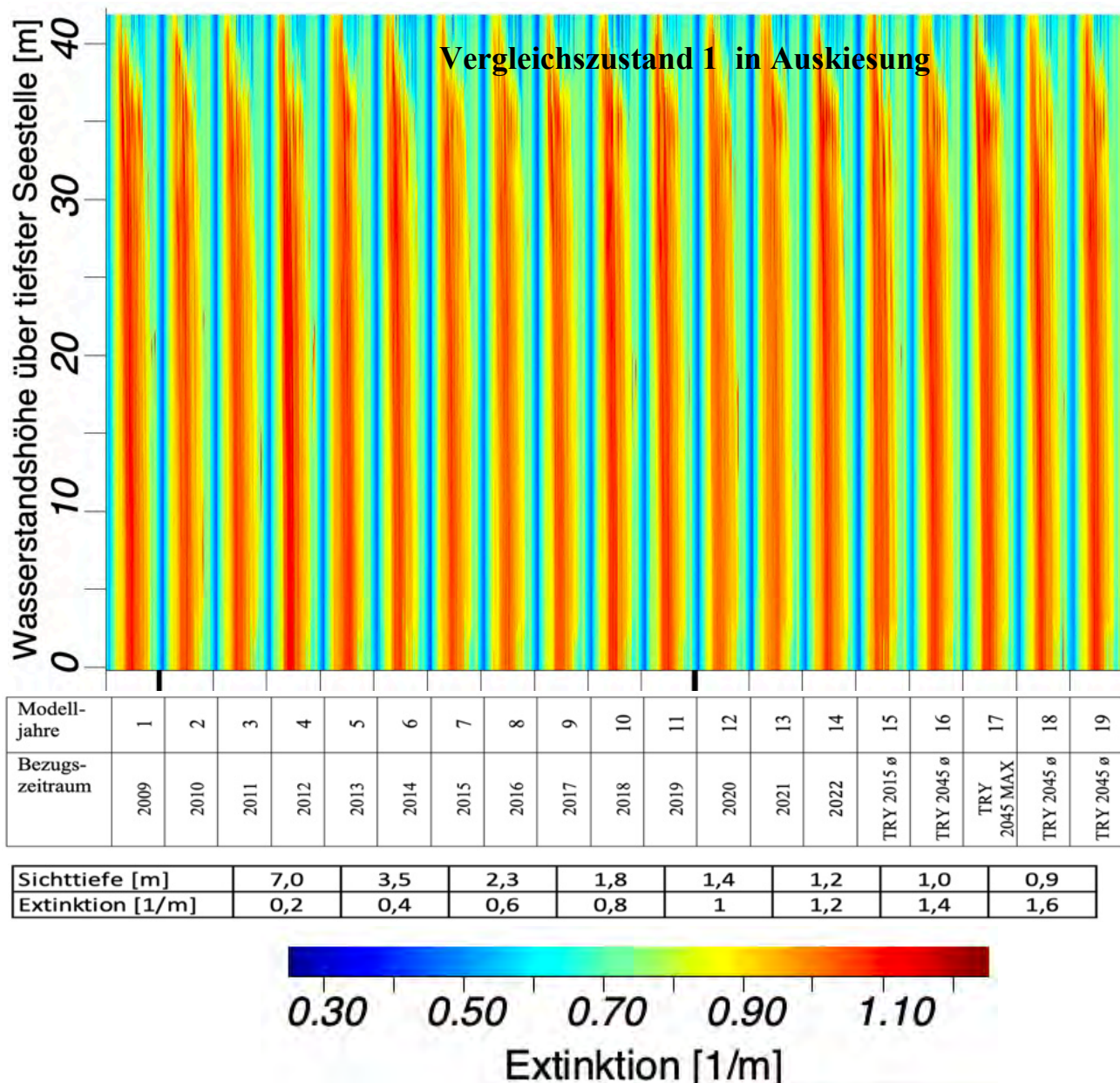


Abbildung 7.18: Trübungssimulation unter Bezug auf die Kennwerte des Vergleichszustandes 1

Der Orientierungswert für einen mesotrophen Status (Sichttiefe > 2,5 m) wird im Saisonmittelwerte (April bis Oktober) deutlich verfehlt (vgl. Abbildung 7.19).

In betriebenen Baggerseen ist die Sichttiefe als Trophieindikator allerdings nicht anzuwenden, da die Gewässertrübung durch Feinmineralien verursacht wird und keinen Hinweis auf das Ausmaß der Algenrube gibt.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen

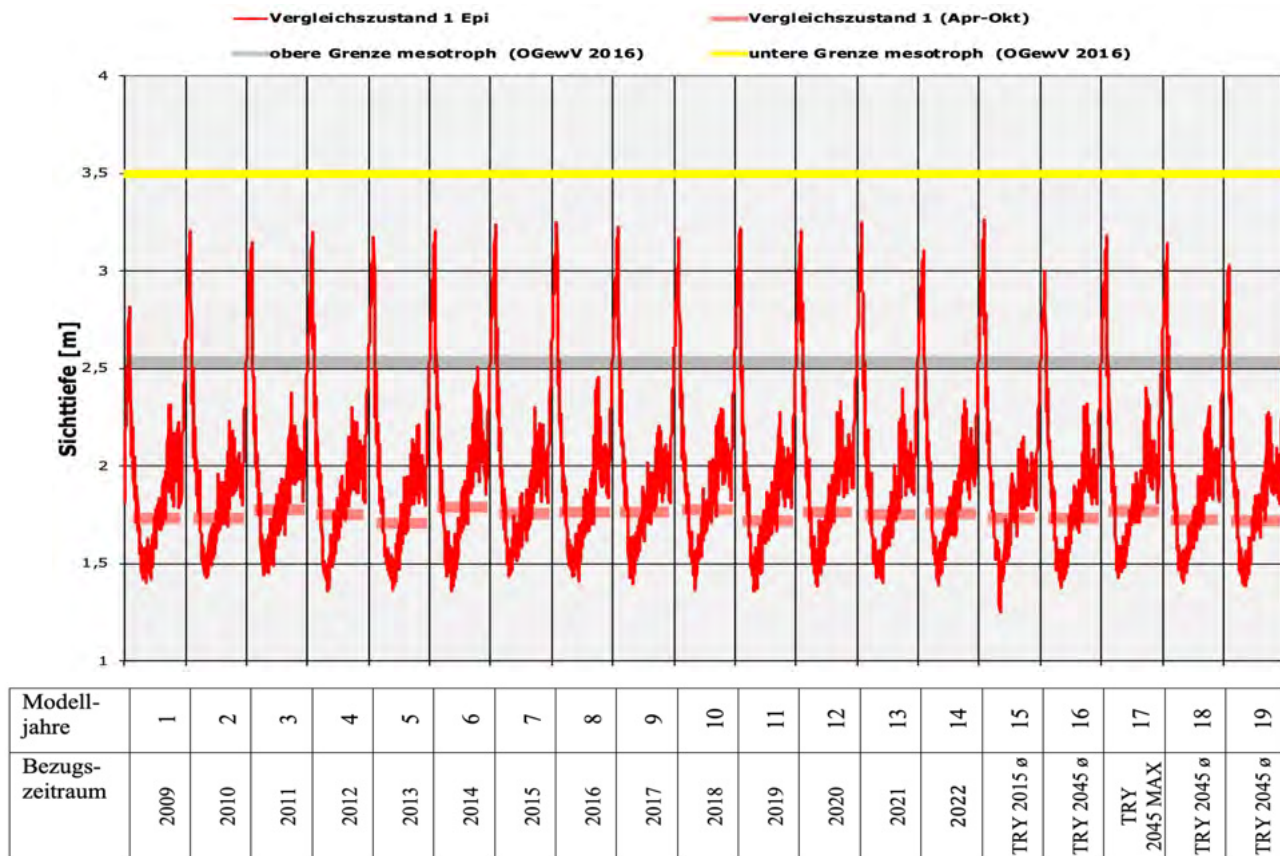


Abbildung 7.19: Simulation der Sichttiefenwerte im Vergleichszustand 1

Ebenso wie die Chlorophyll-a Gehalte erfahren auch die Sichttiefenwerte keine relevanten Veränderungen durch die zukünftig zu erwartende globale Erwärmung (vgl. Tabelle 7.14). Bestimmend bleibt der betriebsbedingte Eintrag von Feinmineralien, der mögliche Auswirkungen durch die Klimaveränderung überlagert.

Tabelle 7.14: Statistische Lageparameter der prognostizieren Sichttiefenwerte für den Vergleichszustand 1

Saisonmittelwerte	Historischer Zeitraum	Zukunftszeitraum	Orientierungswert
Mittelwert (m)	1,96	1,96	≥ 2,5 m (OGewV 2016 ;Seetyp 13k)
Minimum (m)	1,35	1,35	
Maximum (m)	3,25	3,25	

Wie die Gegenüberstellung der gemessenen und modellierten Trübungswerte (vgl. Abbildung 7.20) zeigt, ergibt sich eine noch hinreichend gute Übereinstimmung zwischen Modellergebnissen und Messwerten.

Durch die Berücksichtigung der Kieswaschwassereinleitung mit einem hohen Anteil abfiltrierbarer Stoffe von 2000 mg/L (SSOL1=1000 mg/L; SSOL2=1000 mg/L) können die Trübungseffekte während der Auskiesung im Modell adäquat erfasst werden.

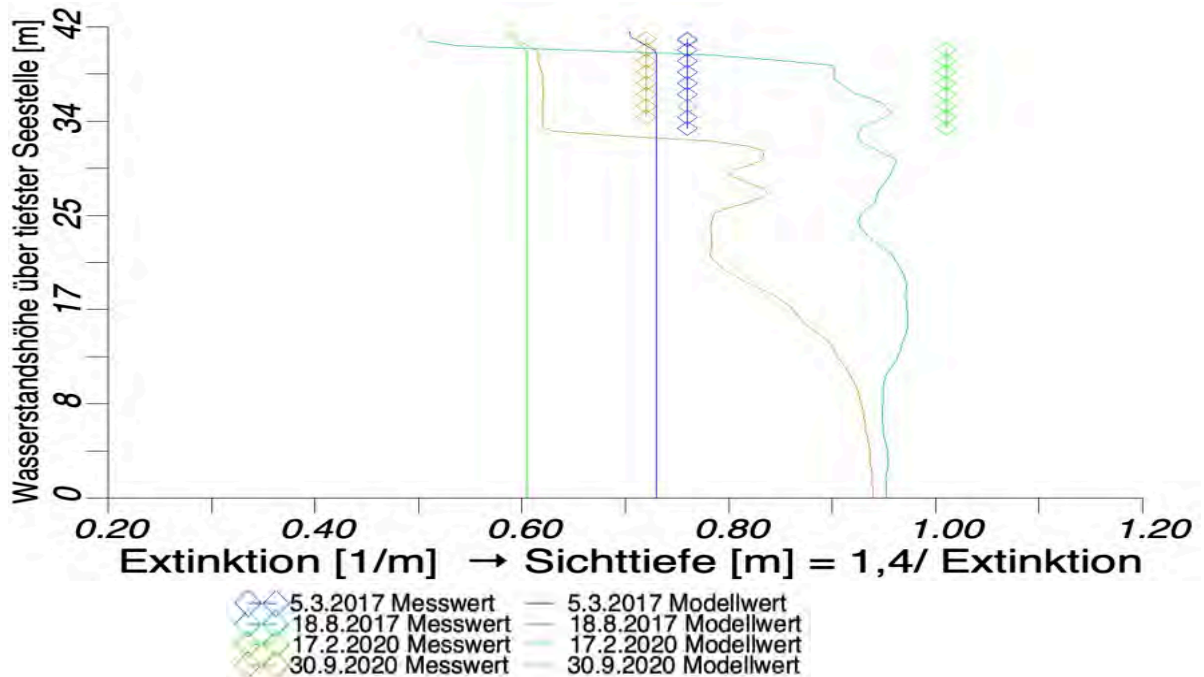


Abbildung 7.20: Feldmessung und Simulation der Extinktion (1/m) im Vergleichszustand 1

### 7.3.7 Wasserhaushalt im Vergleichszustand 1

Auf Grundlage der Modellberechnungen lassen sich Aussagen zum Wasserhaushalt des Untersuchungsgewässers und zur Seeverdunstung treffen (vgl. Abbildung 7.21).

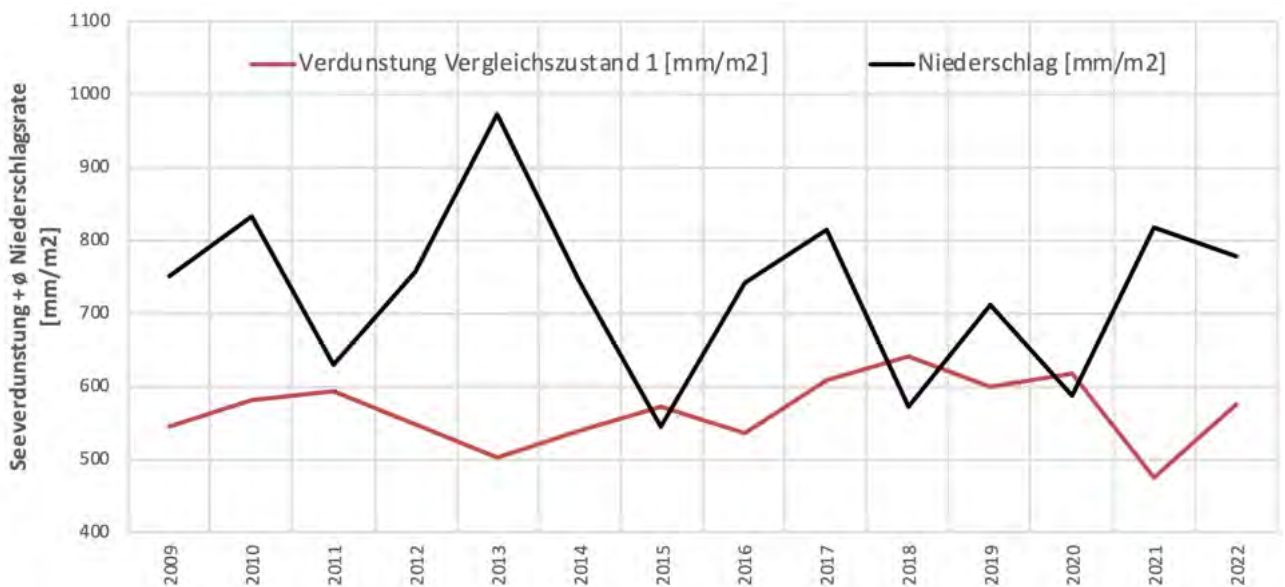


Abbildung 7.21: Verdunstung und Niederschlag im Vergleichszustand 1

Da auf dem See selbst keine Klima-Messstelle vorhanden war, mussten die Messwerte der DWD-Wetterstation Rheinstetten genutzt werden. Daraus können sich Ungenauigkeiten in der Datengrundlage ergeben, deren Folge eine tendenzielle Überschätzung oder Unterschätzung der Grundwasserneubildungsrate sein kann. Wenn bei der Interpretation der Er-

## *Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

gebnisse das Hauptgewicht nicht auf die absoluten Werte sondern auf die Relationen zwischen den einzelnen Varianten gelegt wird, ist dieser Effekt allerdings vernachlässigbar.

Wegen der vergleichsweisen hohen Niederschläge am Standort weist das Untersuchungs-gewässer eine meist positive Wasserbilanz auf (vgl. Tabelle 7.15).

**Tabelle 7.15: Niederschlag, Verdunstung und Grundwasserneubildung im Vergleichszustand 1**

	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Niederschlag		752	834	629	757	972	743	544	743	816	573	712	587	819	779
Verdunstung Vergleichszustand 1	mm/m <sup>2</sup>	546	581	595	547	501	538	571	535	607	641	598	617	475	574
Grundwasserneubildung		206	252	34	210	472	206	-26	208	209	-68	114	-30	344	205
Grundwasserneubildung gesamte Seefläche	m <sup>3</sup>	192.556	235.444	31.714	195.721	440.177	192.053	-24.448	194.031	194.725	-63.463	106.187	-27.995	320.767	191.482

### 7.3.8 Zusammenfassende Beurteilung der Modellgenauigkeit

Die Aussagekraft der Modellergebnisse erreicht für die einzelnen Untersuchungsparameter ein im Hinblick auf den Bearbeitungsgegenstand immer ausreichend genaues Ausmaß (vgl. Tabelle 7.16), so dass von einer guten bis sehr guten Prognosegenauigkeit auszugehen ist.

**Tabelle 7.16: Beurteilung der Modellgenauigkeit in Bezug auf die einzelnen Güteparameter**

Parameter	Übereinstimmung Mess-/ Modellwert	Erläuterung
Temperatur	Gut	Uneingeschränkte Beurteilung des Temperaturhaushaltes möglich.
Sauerstoff	Gut	Die Zehrungsrate des Sediments im Istzustand mit Auskiesung (Vergleichszustand 1) dürfte etwas geringer ausfallen als die im Modell vorausgesetzten 1g/m <sup>2</sup> d. Für den Zustand nach Einstellung der Auskiesungstätigkeit dürfte diese Sedimentzehrungsrate aber sehr gut die Verhältnisse wiedergeben.
Phosphor	Gut	Das Modell ermöglicht die uneingeschränkte Beurteilung des Phosphorhaushaltes ohne Einschränkungen ist.
Chlorophyll-a	Gut	Auch für die Chlorophyll-a Gehalte besteht eine gute Prognosegenauigkeit.
Sichttiefe	Gut	Die Übereinstimmung zwischen Modell- und Messwerten ermöglicht eine uneingeschränkte Beurteilung der Wassertransparenz mit dem Modell.

## 7.4 Variantenprüfung 1

Im Rahmen der Variantenprüfung 1 werden die Maßnahmenauswirkungen untersucht, die durch die Installation der SPV-Anlage (Planvariante 1) während der Auskiesung entstehen.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen

Zum Vergleich wird die Entwicklungsprognose für den Gewässerzustand mit den Kennwerten des Istzustandes herangezogen. Die jeweiligen Kennwerte sind in der Tabelle 7.17 dargestellt.

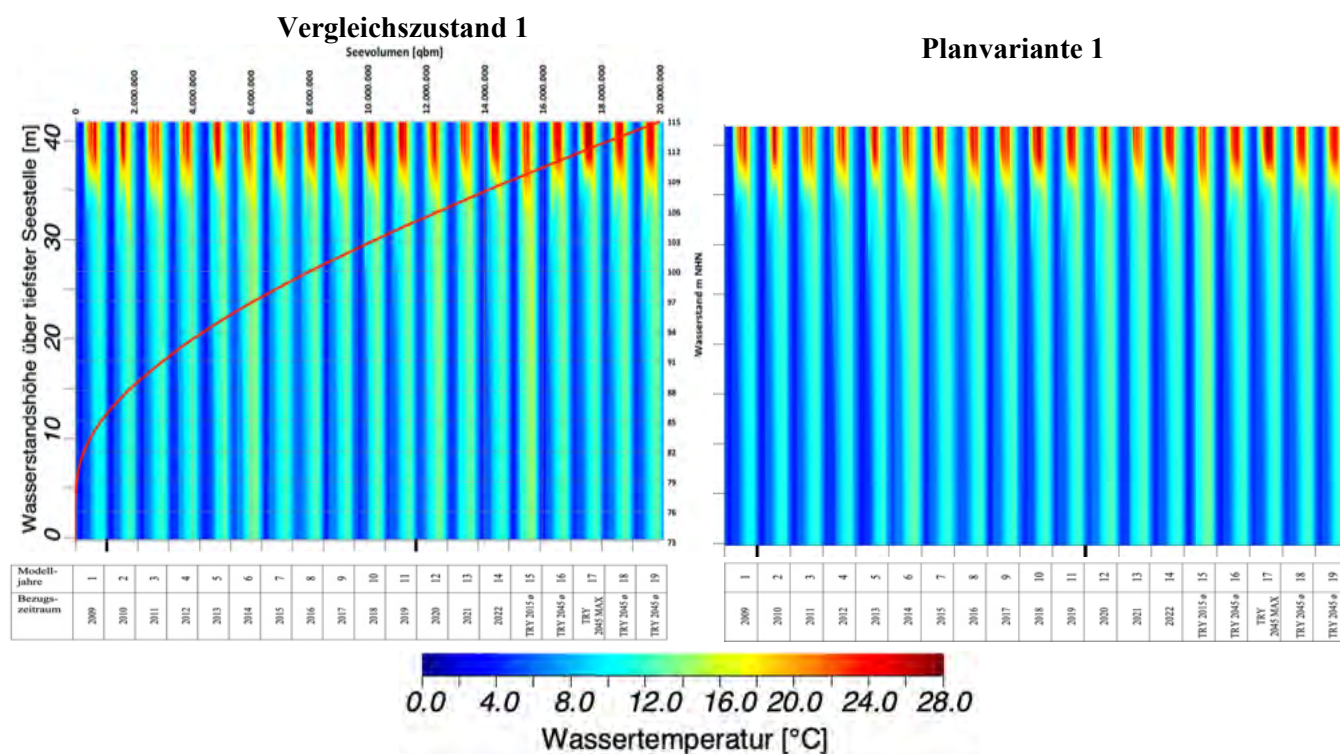
**Tabelle 7.17: Kennwerte von Vergleichszustand 1 und Planvariante 1 (Variantenprüfung 1)**

Varianten	Kurzbeschreibung*	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Seefläche [m <sup>2</sup> ]	Seeüberdeckung durch Solarmodule [%]
Vergleichszustand 1	In Auskiesung ohne SPV-Anlage. Morphologie des Istzustandes	20.110.194	933.008	0 %
Planvariante 1	In Auskiesung mit SPV-Anlagentyp klein. Morphologie des Istzustandes	20.110.194	933.008	14,9%

\* Detaillierte Beschreibung der morphologischen Kennwerte und der Anlagengestaltung in Kapitel 2

### 7.4.1 Temperaturhaushalt - Variantenprüfung 1

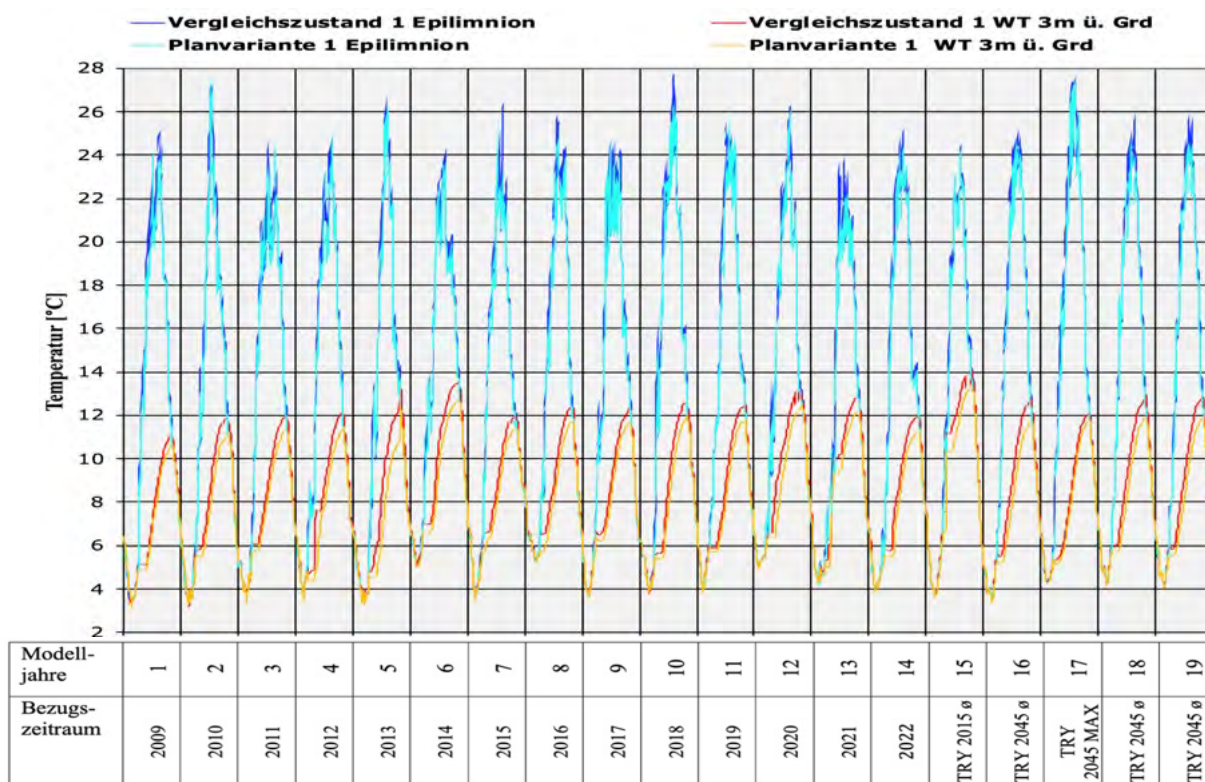
Durch die Überdeckung des Sees im Umfang der Planvariante 1 (14,9%) ergibt sich keine Veränderung des Zirkulationsgeschehens (vgl. Abbildung 7.22). Im Winter erfolgt während des gesamten Beobachtungszeitraums stets eine Vollzirkulation, und die sommerliche Gewässerschichtung wird durch den Baggerbetrieb abgeschwächt. Die Auskiesungstätigkeit übt demnach auch nach der Installation einer SPV-Anlage einen bestimmenden Einfluss auf Gewässerschichtung aus. Dies kann mögliche Effekte, die durch die Überdeckung der See-  
fläche entstehen, überlagern.



**Abbildung 7.22: Temperatursimulation der Variantenprüfung 1 (Tageswerte)**

Die Darstellung des Prognoseergebnisses für die Gewässertiefen von 3 m und von 3 m über Grund (vgl. Abbildung 7.23) zeigt, dass die Wassertemperaturen weder im Epilimnion noch im tiefen Hypolimnion von Maßnahmenauswirkungen in einem relevanten Umfang betroffen sind.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.23: Temperaturwerte der Variantenprüfung 1 in unterschiedlichen Tiefenstufen**

Mit einem maßnahmenverursachten Rückgang der Wassertemperaturen von 2,7% (historischer Zeitraum) bzw. 2,5% (Zukunftszeitraum) im Epilimnion und von 5,8% (historischer Zeitraum) bzw. 5,7% (Zukunftszeitraum) im grundnahen Bereich (vgl. Tabelle 7.18) sind die Maßnahmenfolgen für den Temperaturhaushalt als sehr gering einzustufen.

**Tabelle 7.18: Wassertemperaturen im Epilimnion und über Grund für die Variantenprüfung 1**

	Vergleichszustand 1		Planvariante 1	
	historischer Zeitraum*		historischer Zeitraum*	
	Epilimnion	3m ü. Grd.	Epilimnion	3m ü. Grd.
Mittelwert [°C]	13,15	8,32	12,79	7,84
Minimum [°C]	3,25	3,07	3,25	2,96
Maximum [°C]	27,82	13,59	27,60	12,73
	Zukunftszeitraum**		Zukunftszeitraum**	
	Epilimnion	3m ü. Grd.	Epilimnion	3m ü. Grd.
Mittelwert [°C]	13,52	8,56	13,18	8,07
Minimum [°C]	3,48	3,40	3,46	3,37
Maximum [°C]	27,67	14,17	27,50	13,35

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

Zum einen verhindert der Energieeintrag durch die Baggertätigkeit einen stärkeren Temperaturrückgang, zum anderen kommen aber auch die in Kapitel 6.2.1 beschriebenen Effekte zum Tragen. Durch die Exposition von Solarpaneelen wird zwar die Sonneneinstrahlung reduziert, zugleich aber verringern sich die langwellige Rückstrahlung und die Windgeschwindigkeit. Dies vermindert die Abkühlung des Sees durch Ausstrahlung und Verluste, die mit dem Übergang in latente Wärme (Verdunstung) entstehen. Die Erhöhung des Dampfdruckes unter den Solarmodulen und die verminderte Windgeschwindigkeit reduziert die Verdunstungsrate und damit der Übergang in latente Wärme, so dass Temperatur-

verluste durch die verminderte Sonneneinstrahlung zumindest teilweise ausgeglichen werden.

### 7.4.2 Sauerstoffhaushalt - Variantenprüfung 1

Der Sauerstoffhaushalt des Sees wird durch die Umsetzung der Planvariante 1 mit einer Überdeckung von 14,9% der Seeoberfläche nur minimal verändert (vgl. Abbildung 7.24). Die Sauerstoffversorgung des Sees ist für den gesamten Betrachtungszeitraum als gut zu bezeichnen, obwohl das Modell eher zur Berechnung niedrigerer Sauerstoffwerte tendiert, solange das Gewässer noch ausgeküst wird (vgl. Kapitel 7.3.2).

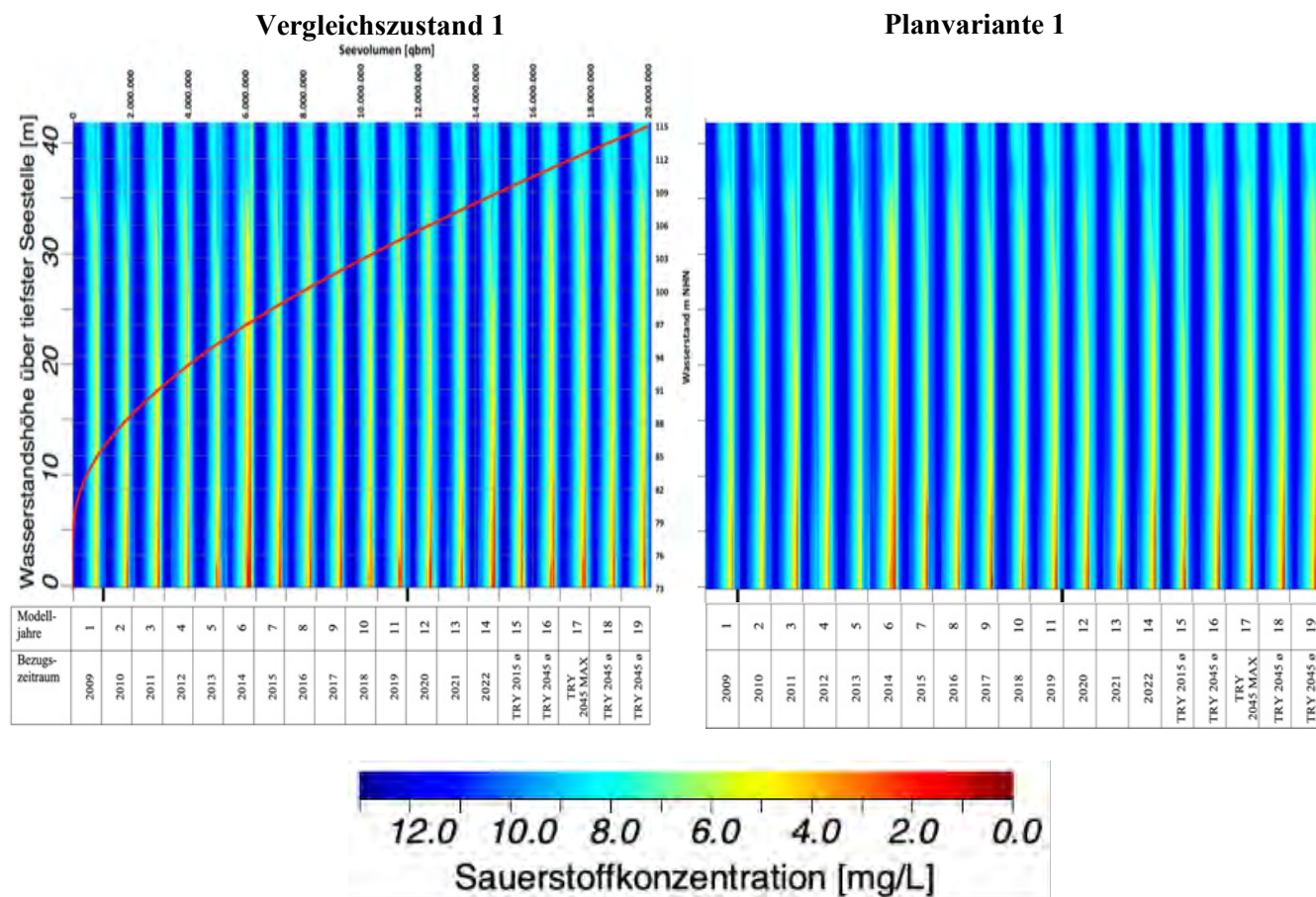
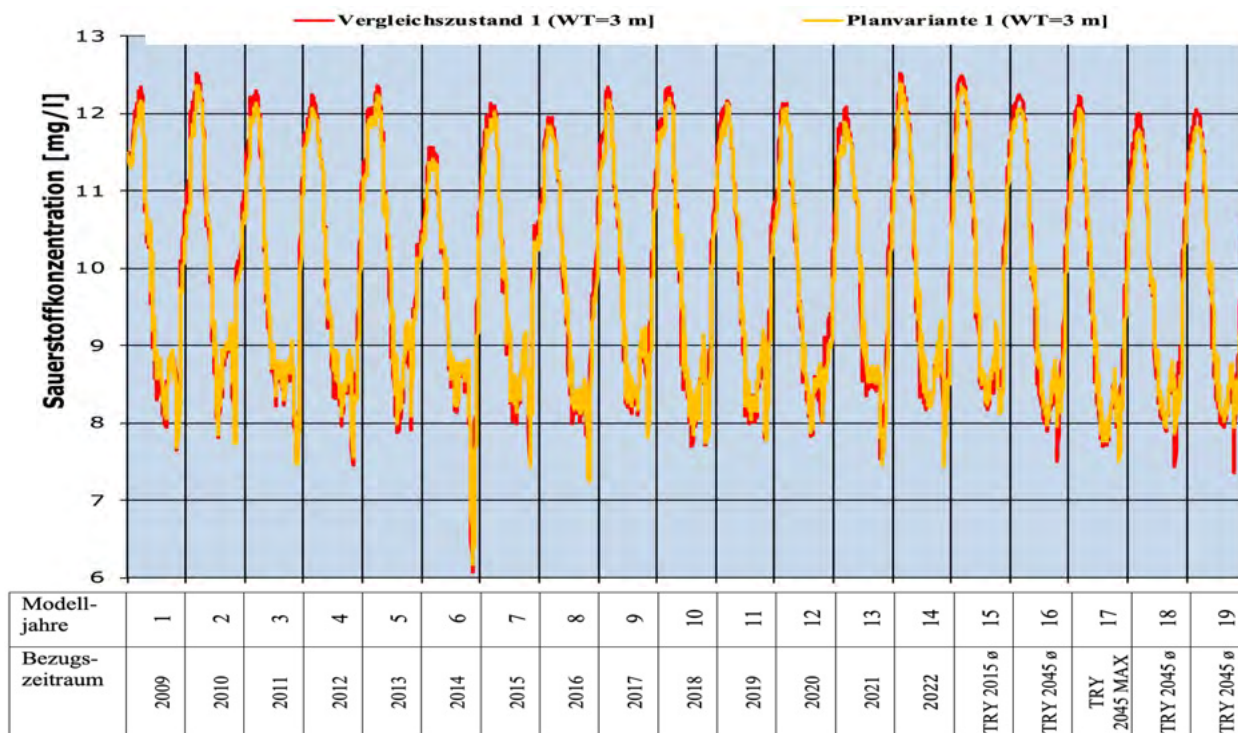


Abbildung 7.24: Sauerstoffsimulation der Variantenprüfung 1 (Tageswerte)

Im Epilimnion ergeben sich bei der Berechnung der Planvariante 1 nahezu identische Werte wie für den Vergleichszustand 1, also die Entwicklung des Sees ohne Installation einer SPV-Anlage. (vgl. Abbildung 7.25).

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.25: Sauerstoffwerte der Variantenprüfung 1 im Epilimnion (3 m Wassertiefe)**

Im Mittel vermindern sich die Sauerstoffgehalte im Epilimnion unter Bezug auf die historischen Klimadaten (2009 bis 2022) maßnahmenbedingt nur um 0,3% (vgl. Tabelle 7.19). Auch durch die zukünftig zu erwartende Erwärmung infolge des Klimawandels ist nicht mit stärkeren Auswirkungen auf die Sauerstoffgehalte im Epilimnion zu rechnen. Die Sauerstoffgehalte werden dabei nur um 0,5% zurückgehen. Sowohl im Vergleichszustand 1 als auch für die Planvariante 1 weist die Prognose eine positive Entwicklung des epilimnischen Sauerstoffhaushaltes aus.

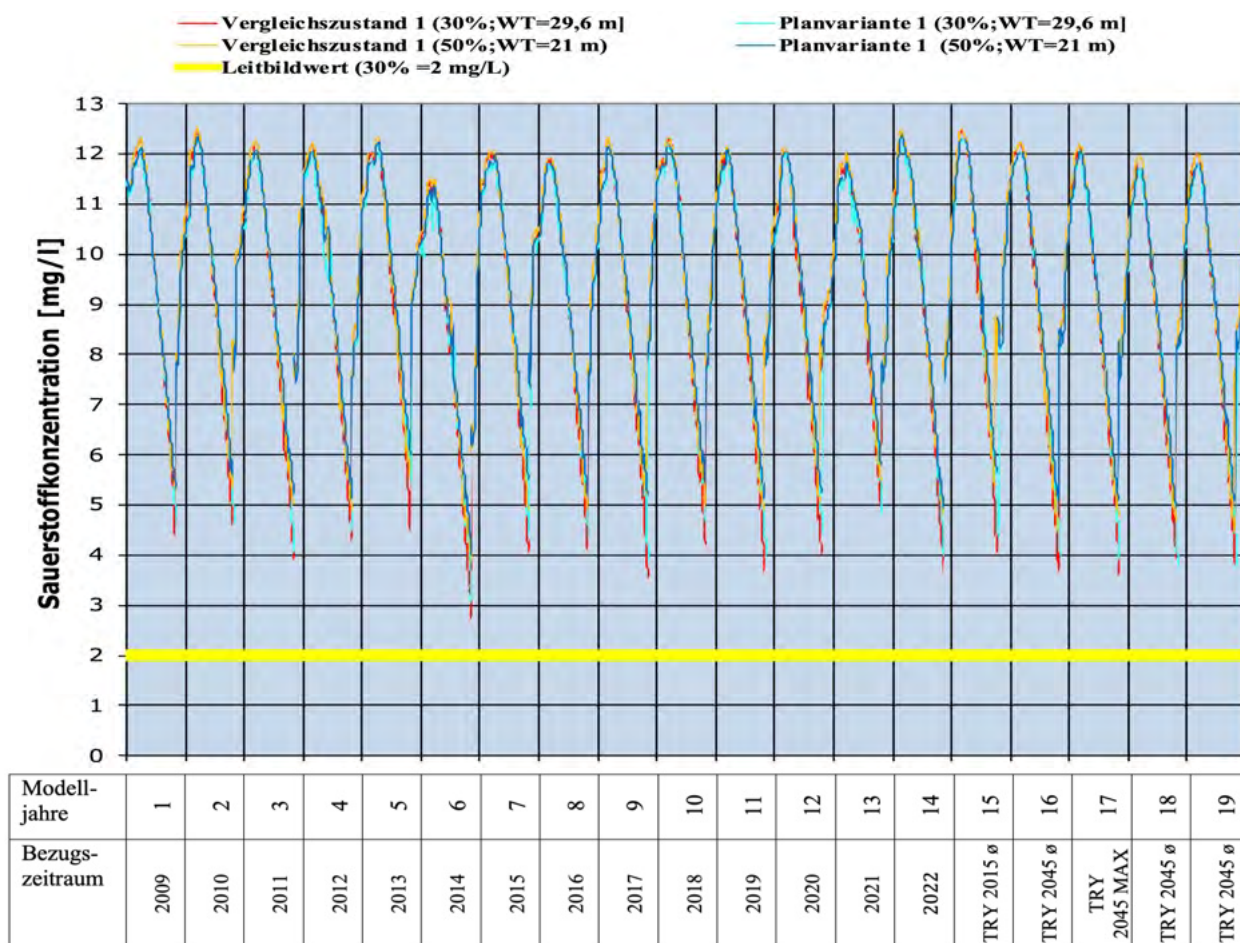
**Tabelle 7.19: Sauerstoffgehalte im Epilimnion (3 m Wassertiefe) für die Variantenprüfung 1**

	<b>Vergleichszustand 1</b>	<b>Planvariante 1</b>
	<b>historischer Zeitraum*</b>	<b>historischer Zeitraum*</b>
Mittelwert [mg/l]	9,90	9,87
Minimum [mg/l]	6,06	6,17
Maximum [mg/l]	12,55	12,42
	<b>Zukunftszeitraum**</b>	<b>Zukunftszeitraum**</b>
Mittelwert [mg/l]	9,85	9,80
Minimum [mg/l]	7,35	7,49
Maximum [mg/l]	12,51	12,37

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

Auch im hypolimnischen Wasserkörper bleiben die maßnahmenbedingten Veränderungen gering. Die Anforderung, dass die Mächtigkeit der grundnahen sauerstoffarmen Wasserschicht (< 2 mg / l) maximal 30 % der größten Wassertiefe erreichen darf (vgl. Kapitel 3.1), werden im Vergleichszustand 1 wie auch in der Planvariante 1 stets deutlich erreicht (vgl. Abbildung 7.26).

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.26: Sauerstoffwerte der Variantenprüfung 1 im Hypolimnion**

Nach der Maßnahmenumsetzung kommt es im Hypolimnion nur zu einem marginalen Rückgang der mittleren Sauerstoffwerte (vgl. Tabelle 7.20). Bei der Berechnung mit historischen Klimadaten ergeben sich -0,1%. Wenn die klimatischen Zukunftsreferenzdaten zugrunde gelegt werden, ist mit einer Verringerung der Sauerstoffgehalte im Hypolimnion um 0,5% zu rechnen. Das Ziel eines Mindestsauerstoffgehaltes von 2 mg/L wird immer erreicht.

Die Beeinflussung des Sauerstoffhaushaltes im Hypolimnion durch die Planvariante 1 ist damit als unerheblich einzustufen.

**Tabelle 7.20: Sauerstoffgehalte im Hypolimnion für die Variantenprüfung 1**

	Vergleichszustand 1	Planvariante 1
	historischer Zeitraum*	historischer Zeitraum*
	Hypolimnion Wassertiefe (WT) 29,6 m	Hypolimnion Wassertiefe (WT) 29,6 m
Mittelwert [mg/l]	9,33	9,32
Minimum [mg/l]	2,71	3,01
Maximum [mg/l]	12,54	12,41
	Zukunftszeitraum**	Zukunftszeitraum**
	Hypolimnion Wassertiefe (WT) 29,6 m	Hypolimnion Wassertiefe (WT) 29,6 m
Mittelwert [mg/l]	9,23	9,18
Minimum [mg/l]	3,57	3,71
Maximum [mg/l]	12,50	12,36

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

### 7.4.3 Nährstoffsituation (Phosphorgehalt) - Variantenprüfung 1

Sowohl für den Vergleichszustand als auch für die Planvariante 1 berechnet das Modell sehr niedrige Phosphorgehalte während der Auskiesungsphase über die gesamte Wassersäule (vgl. Abbildung 7.27).

Die P-Konzentrationen bleiben auch über Grund gering, so dass durch Rücklösung von Sedimentphosphor verursachte Anreicherungen kein relevantes Eutrophierungspotential ausbilden.

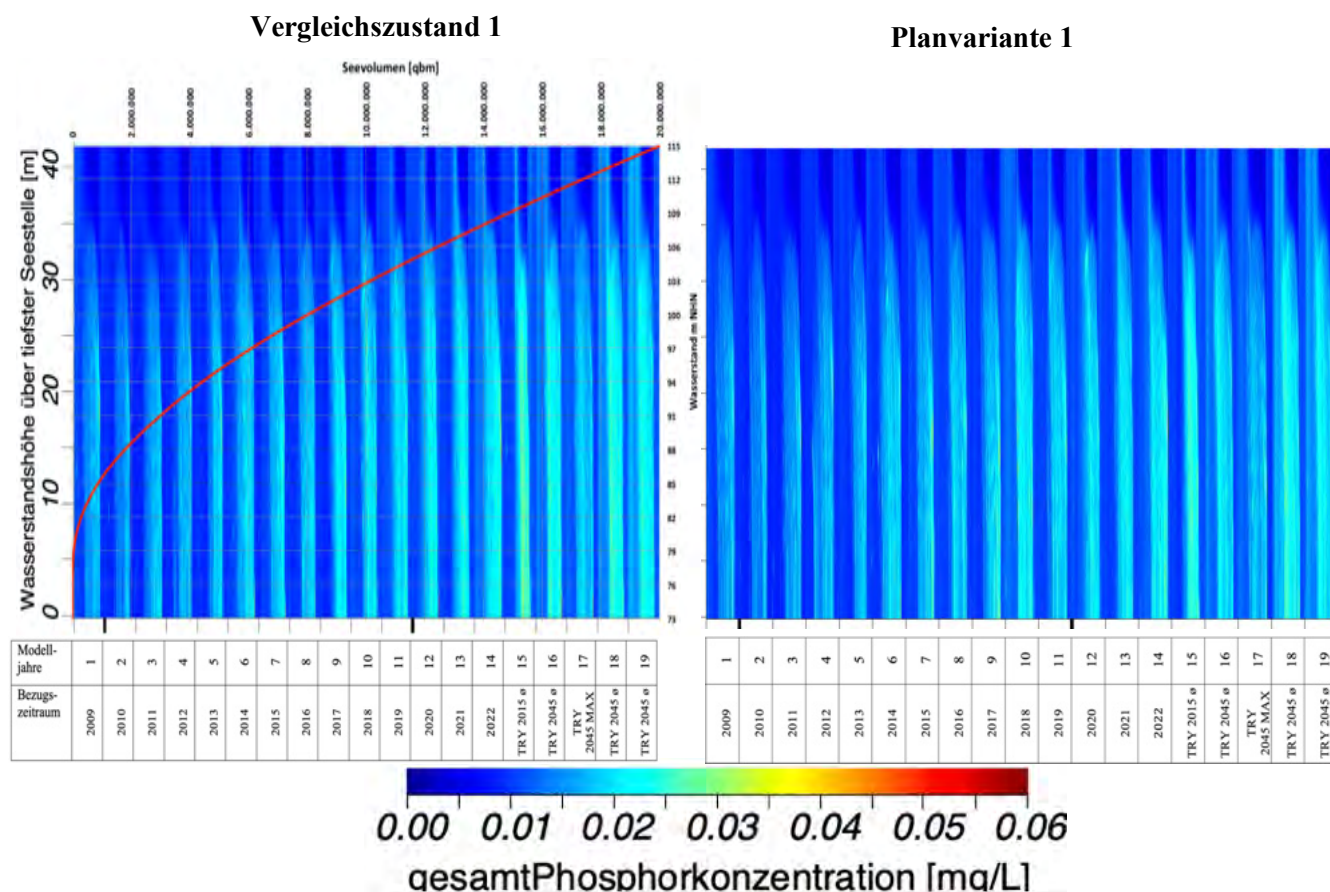


Abbildung 7.27: Phosphorsimulation der Variantenprüfung 1

Im Jahresverlauf bildet sich ein für tiefe Seen typisches Schwankungsmuster mit Maximalwerten im Frühjahr aus. Der Orientierungswert (mesotroph, vgl. Kapitel 3.2) für die Saisonmittelwerte (April bis Oktober) wird dauerhaft sehr deutlich erreicht (vgl. Abbildung 7.28).

Wie bereits in Kapitel 7.2.3 dargelegt wurde, ergibt sich die Zunahme der Phosphorwerte im Verlauf des Betrachtungszeitraumes durch eine zeitverzögerte Angleichung des Modells an Belastungen infolge der Zuleitung von Rückspülwasser. Daher pendeln sich die Modellwerte für die Phosphorbelastung des Seewassers verspätet ein und zeigen keine Belastungszunahme an.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen

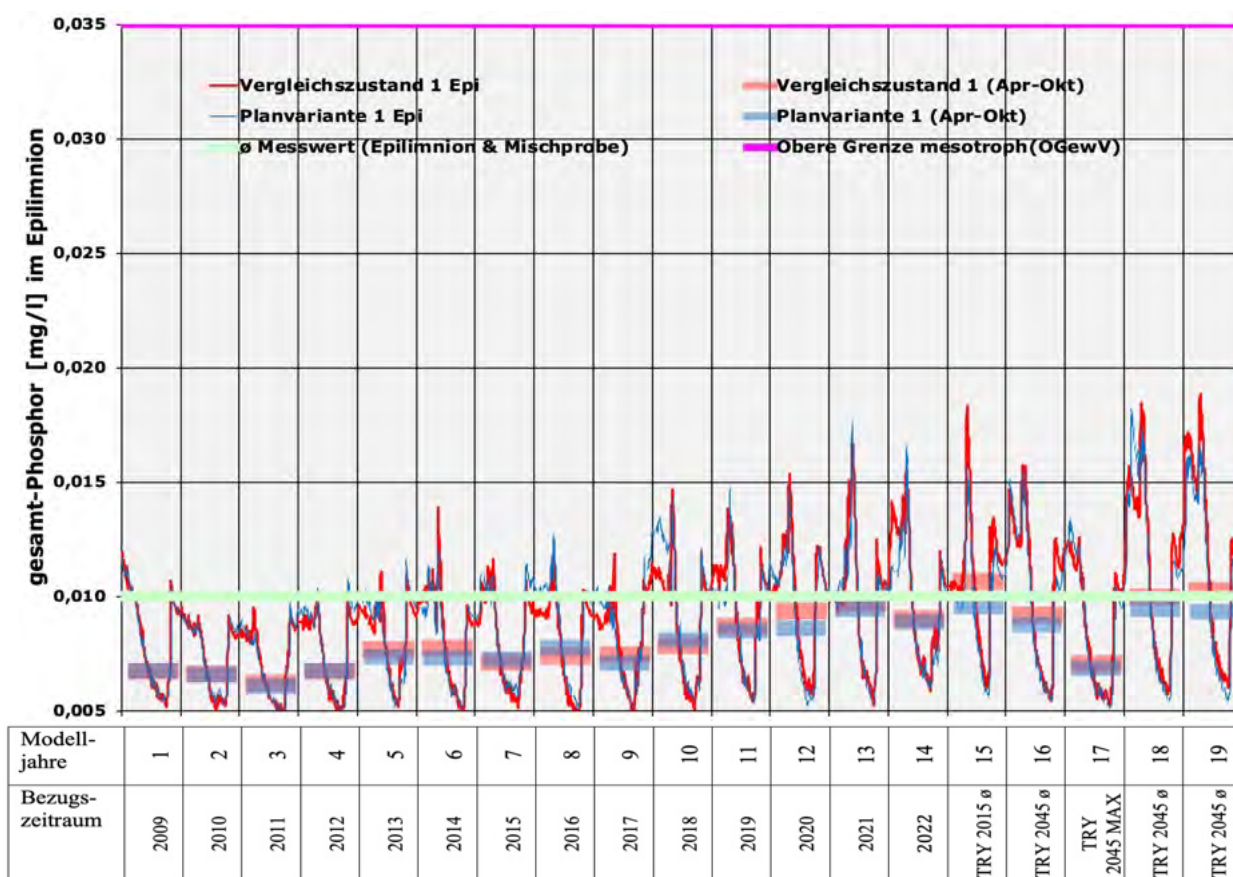


Abbildung 7.28: Phosphorgehalte im Epilimnion (3 m WT) für die Variantenprüfung 1 unter Bezug auf die leitbildkonformen Orientierungswerte

Zu einer negativen Veränderung des Phosphorhaushaltes durch die Solarnutzung auf dem See kommt es während der Auskiesungsphase nicht, wie die statistischen Lageparameter in der Tabelle 7.21 zeigen. Für den vom Klimawandel geprägten Zukunftszeitraum ist im Mittel sogar mit einem leichten Rückgang der Phosphorgehalte im Epilimnion um ca. 9% zu rechnen.

Tabelle 7.21: Statistische Lageparameter der prognostizierten Phosphorgehalte der Variantenprüfung 1 im Epilimnion

	Vergleichszustand 1		Planvariante 1		Güteanforderung OGewV 2016
	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeit- raum**	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeit- raum**	
Mittelwert [P mg/l]	0,009	0,011	0,009	0,010	0,035
Minimum [P mg/l]	0,005	0,005	0,005	0,005	
Maximum [P mg/l]	0,017	0,019	0,018	0,018	

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

### 7.4.4 Chlorophyll-a Gehalte - Variantenprüfung 1

Analog zu den sehr geringen Veränderungen der Phosphorbelastung zeigt die Prognose auch für die Chlorophyll-a Gehalte kaum Unterschiede zwischen dem Vergleichszustand 1 und der Planvariante 1 (vgl. Abbildung 7.29). Neben den niedrigen Phosphorgehalten schränkt auch der Eintrag mineralischer Trübe durch die Kiesgewinnung die Algenentwicklung ein.

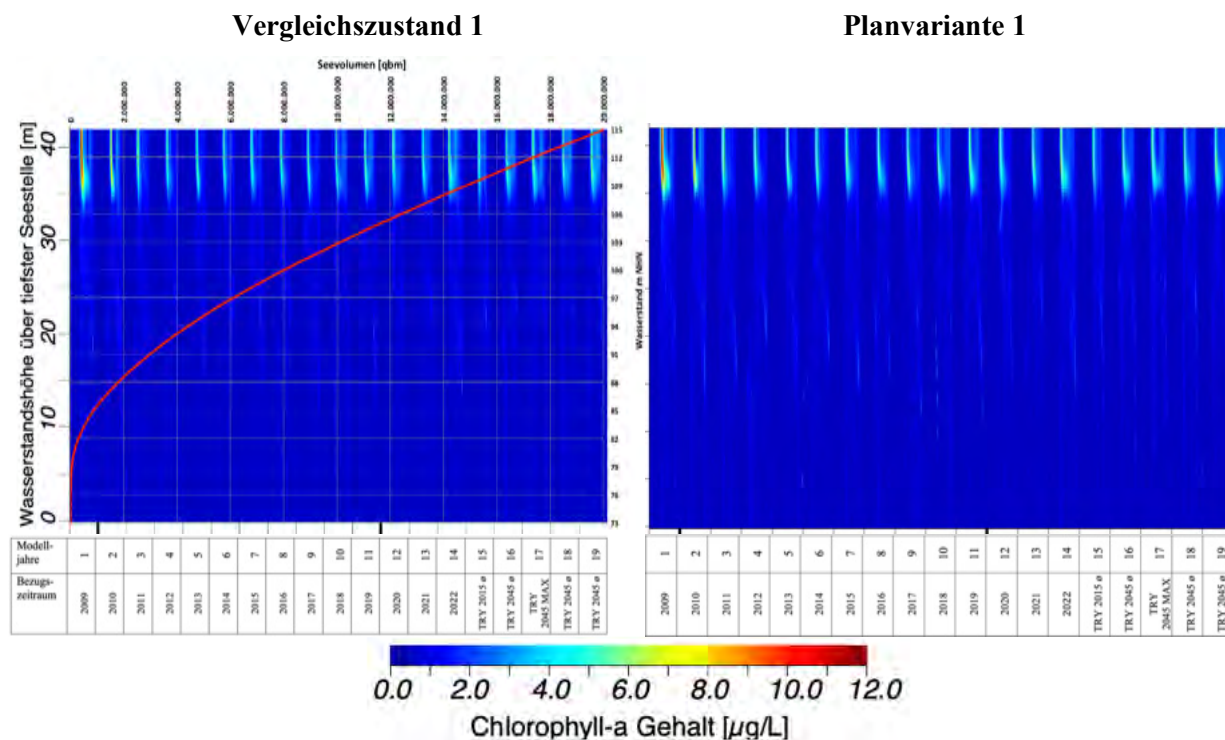


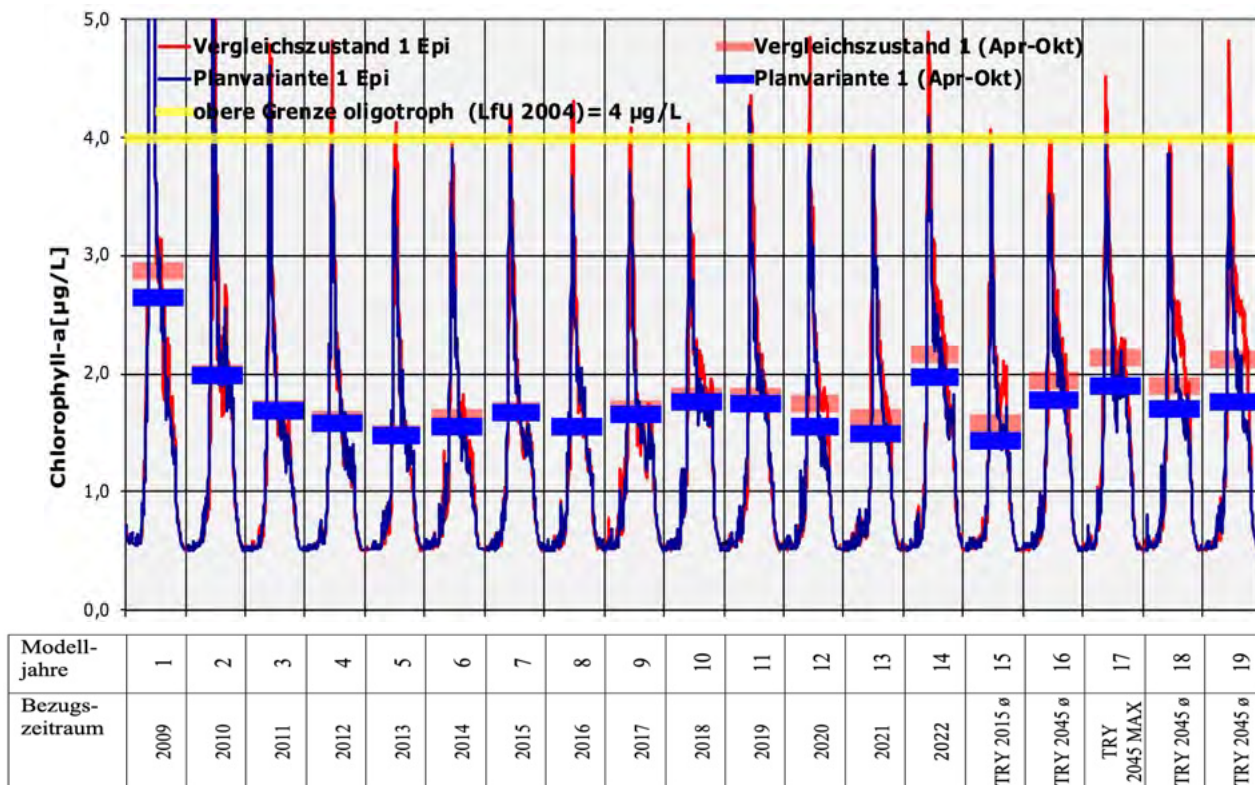
Abbildung 7.29: Chlorophyll-a Simulation der Variantenprüfung 1

Im Epilimnion kommt es maßnahmenbedingt tendenziell sogar zu einer Verringerung der Chlorophyll-a Werte (vgl. Abbildung 7.30), die durch den höheren Beschattungsgrad verursacht sein kann.

Sowohl für die Planvariante 1 als auch für den Vergleichszustand 1 werden sehr geringe Algenentwicklungen prognostiziert.

Solange im See Kies gewonnen wird, schränkt die mineralische Trübe das Algenwachstum so stark ein, dass die prognostizierten Chlorophyll-a Werte einen sehr nährstoffarmen, oligotrophen Gewässerzustand anzeigen.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.30: Chlorophyll-a Gehalte in der trophogenen Zone (WT=0-8 m) für die Variantenprüfung 1 unter Bezug auf den oligotrophen Orientierungswert**

Im Mittel ist nach der Installation einer SPV-Anlage mit 14,9% Überdeckungsgrad von einem leichten Rückgang der ohnehin sehr niedrigen Chlorophyll-a Gehalte um ca. 3,9% (historischer Zeitraum) bzw. 11,3% (Zukunftszeitraum) auszugehen. Das Modell weist für Berechnungen mit den zukünftig zu erwartenden Klimakennwerten keine ansteigende Belastung für die Planvariante 1 aus, während sich für den Vergleichszustand 1 ein leichter Anstieg ergibt (vgl. Tabelle 7.22).

**Tabelle 7.22: Statistische Lageparameter der prognostizierten Chlorophyll-a Werte für die Variantenprüfung 1**

Saisonmittelwerte	Vergleichszustand 1		Planvariante 1		Orientierungswert mesotroph
	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	
Mittelwert [Chl-a µg/l]	1,81	1,94	1,74	1,72	< 12 (LfU 2004)
Minimum [Chl-a µg/l]	1,49	1,58	1,49	1,43	
Maximum [Chl-a µg/l]	2,88	2,14	2,65	1,89	

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

### 7.4.5 Cyanobakterien (Blaualgen) - Variantenprüfung 1

Während der Auskiesung entsteht im See sowohl für den Vergleichszustand 1 als auch für die Planvariante 1 ein als sehr gering einzustufendes Risiko für das Aufkommen von Cyanobakterien (Blaualgen). Die berechneten Werte liegen generell sehr deutlich unter den Belastungsschwellen (vgl. Abbildung 7.31).

Allerdings ist mit einer Zunahme der Cyanobakterien als Folge der Erwärmung durch den Klimawandel zu rechnen. Diese nimmt allerdings kein relevantes Ausmaß an und fällt bei Umsetzung der Planvariante 1 noch etwas geringer aus.

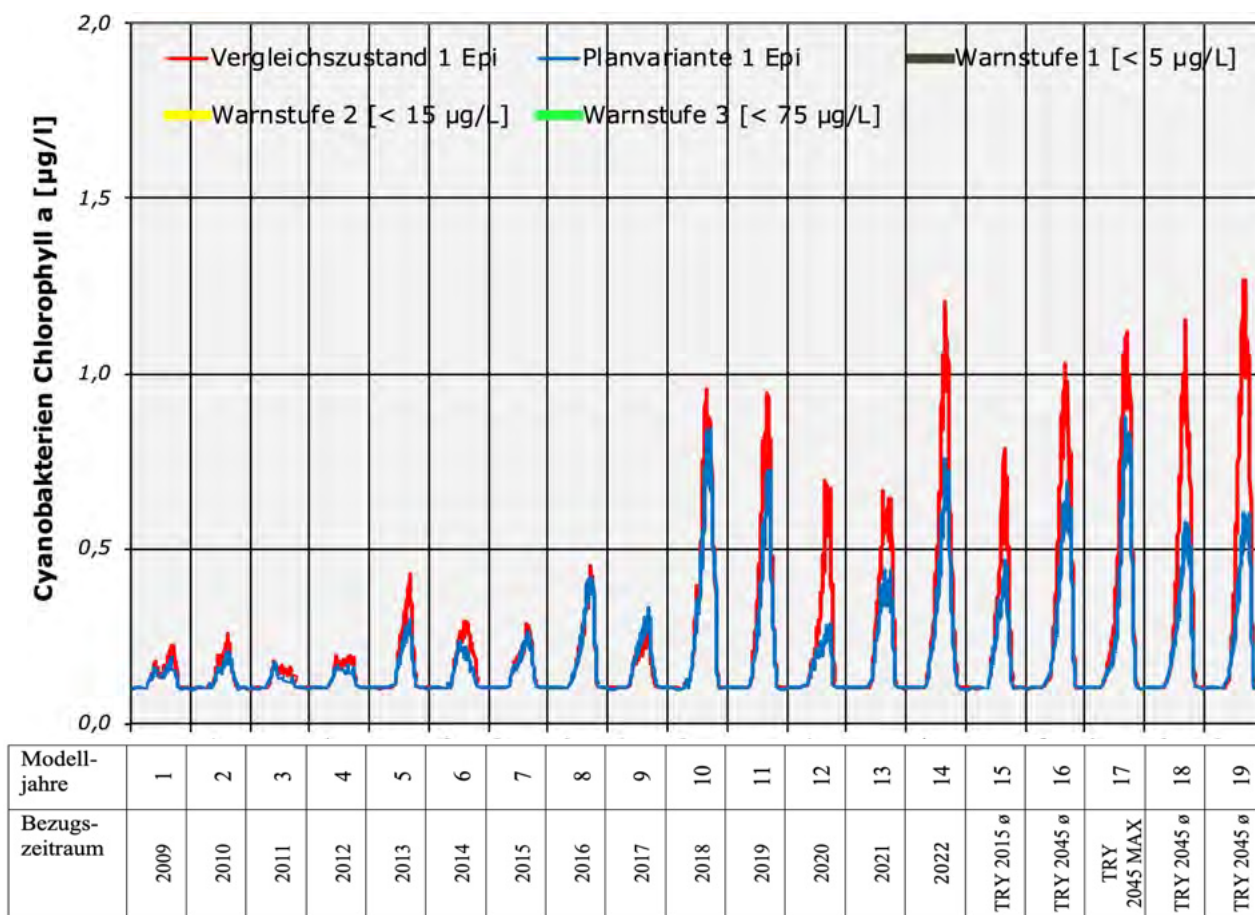


Abbildung 7.31: Simulation der Cyanobakteriendichte in der trophogenen Zone (WT=0-8 m) in der Variantenprüfung 1

### 7.4.6 Sichttiefenwerte - Variantenprüfung 1

Die Sichttiefe wird im Fall der Planvariante 1 auch nach der Installation der SPV-Anlage maßgeblich von der Kiesgewinnung und den dadurch eingetragenen Trübstoffen bestimmt. Demzufolge kann dieser Parameter nicht als Trophieindikator genutzt werden. Für die Planvariante 1 werden ebenso wie für den Vergleichszustand 1 Sichttiefenwerte unter dem Orientierungswert für einen mesotrophen Status prognostiziert (vgl. Abbildung 7.32).

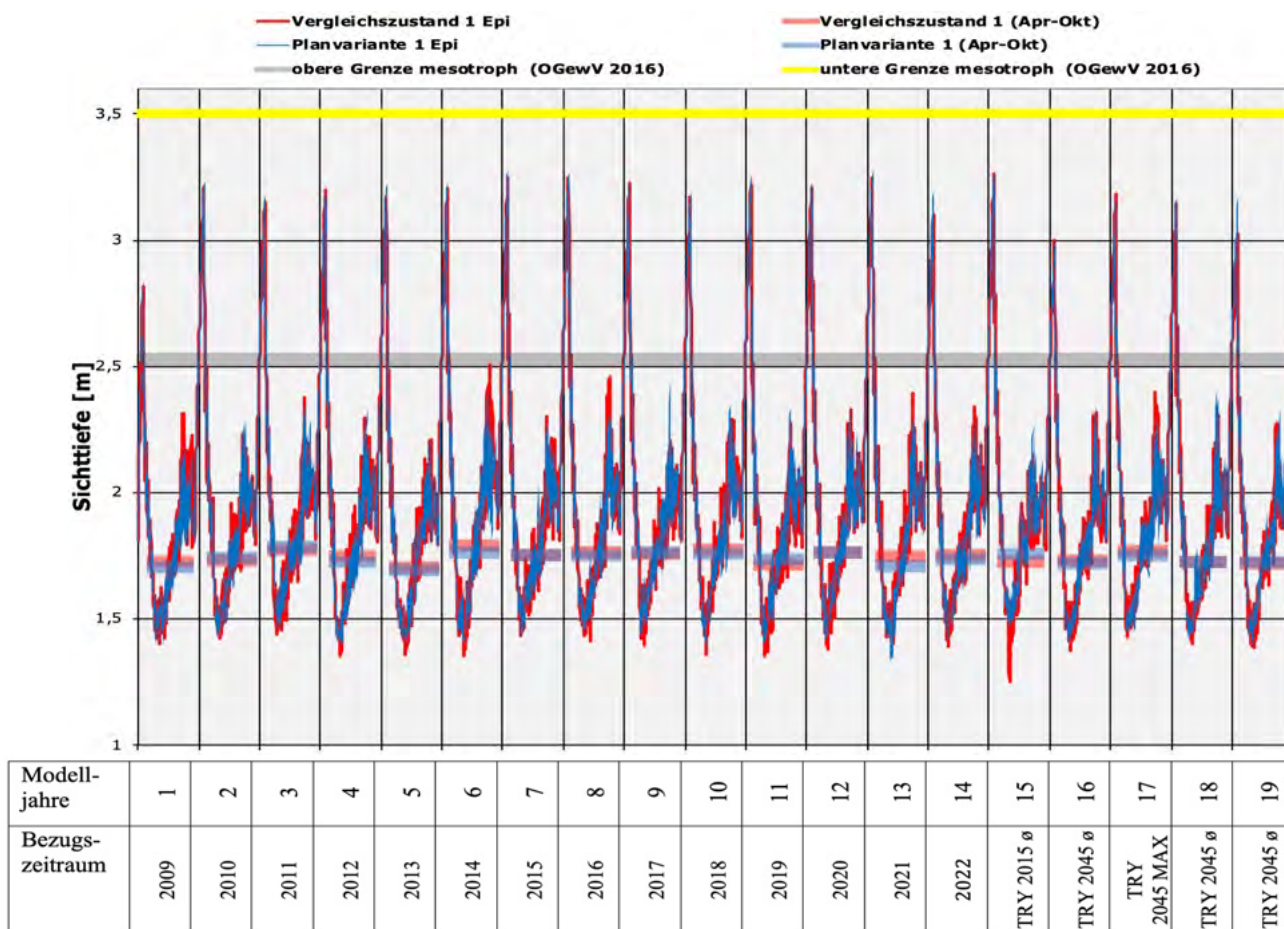


Abbildung 7.32: Simulation der Sichttiefenwerte in der Variantenprüfung 1

Wie aus der Tabelle 7.23 hervorgeht, entstehen durch die SPV-Anlage nahezu keine Unterschiede bezüglich der Sichttiefe. Auch mögliche Einflüsse durch den Klimawandel werden vom Feinmineralien-Eintrag durch die Kiesgewinnung überlagert.

Tabelle 7.23: Statistische Lageparameter der prognostizierten Sichttiefenwerte für die Variantenprüfung 1

Saisonmittelwerte	Vergleichszustand 1		Planvariante 1		Orientierungswert
	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	
Mittelwert (m)	1,75	1,74	1,74	1,74	≥ 2,5 m (OGewV 2016; Seetyp 13k)
Minimum (m)	1,70	1,72	1,69	1,72	
Maximum (m)	1,79	1,77	1,78	1,76	

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

7.4.7 Wasserhaushalt - Variantenprüfung 1

Mit der Überdeckung eines Teils der Seeoberfläche geht eine Verringerung der Verdunstungsverluste einher (vgl. Abbildung 7.33).

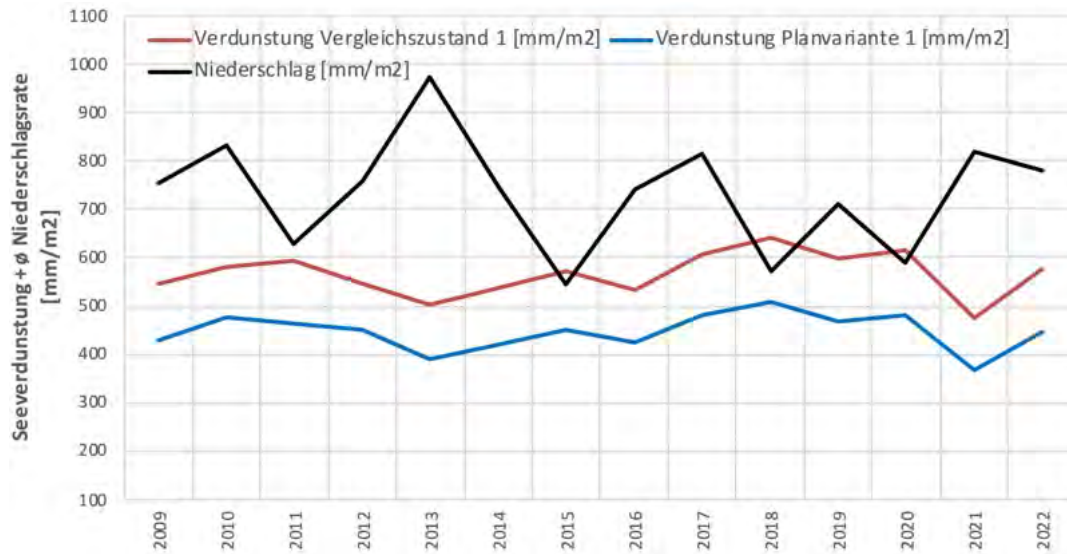


Abbildung 7.33: Verdunstung und Niederschlag in der Variantenprüfung 1

Damit ergibt sich ein maßnahmenbedingter Anstieg der Grundwasserneubildung unter der gesamten Seefläche von ca. 156.000 m<sup>3</sup>/a auf ca. 267.000 m<sup>3</sup>/a an (vgl. Tabelle 7.24). Die Umsetzung der Planvariante 1 hat demnach eine deutliche Entlastung des Wasserhaushaltes zu Folge.

Tabelle 7.24: Niederschlag, Verdunstung und Grundwasserneubildung in der Variantenprüfung 1

	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Ø
<b>Vergleichszustand 1</b>																
Niederschlag		752	834	629	757	972	743	544	743	816	573	712	587	819	779	734
Verdunstung Vergleichszustand 1	mm/m <sup>2</sup>	546	581	595	547	501	538	571	535	607	641	598	617	475	574	566
Grundwasserneubildung	mm/m <sup>2</sup>	206	252	34	210	472	206	-26	208	209	-68	114	-30	344	205	167
Grundwasserneubildung gesamte Seefläche	m <sup>3</sup>	192.556	235.444	31.714	195.721	440.177	192.053	-24.448	194.031	194.725	-63.463	106.187	-27.995	320.767	191.482	155.639
<b>Planvariante 1</b>																
Verdunstung Vergleichszustand 1	mm/m <sup>2</sup>	429	474	464	450	388	420	448	423	479	508	470	481	367	445	446
Grundwasserneubildung	mm/m <sup>2</sup>	323	359	165	307	584	324	96	320	337	65	242	106	451	322	286
Grundwasserneubildung gesamte Seefläche	m <sup>3</sup>	301.338	335.222	153.810	286.321	545.332	301.885	89.732	298.474	314.027	60.374	225.899	98.804	420.946	300.295	266.604

## 7.5 Variantenprüfung 2

Die Variantenprüfung 2 stellt die Auswirkungen der Planvariante 2 dem Vergleichszustand 2 gegenüber. Die Kiesgewinnung im See wird zum Beginn des Beobachtungszeitraums abgeschlossen sein.

Für die Modellierung gelten die in der Tabelle 7.25 dargestellten Kennwerte.

**Tabelle 7.25: Kennwerte der in Variantenprüfung 2 untersuchten Varianten**

<b>Varianten</b>	<b>Kurzbeschreibung*</b>	<b>Volumen</b> [m <sup>3</sup> ]	<b>Seefläche</b> [m <sup>2</sup> ]	<b>Tiefe max.</b> [m]	<b>Überdeckungsgrad durch Solarmodule</b> [%]
Vergleichszustand 2	Stillgelegt (keine Auskiesung) und ohne SPV-Anlage. Morphologie des Genehmigungszustandes.	34.799.104	1.280.649	44,66	0 %
Planvariante 2	Stillgelegt mit SPV-Anlagentyp klein. Morphologie des Genehmigungszustandes.	34.799.104	1.280.649	44,66	10,85%

\* Detaillierte Beschreibung der morphologischen Kennwerte und der Anlagengestaltung in Kapitel 2

Im Unterschied zur Variantenprüfung 1 hat sich die Seefläche nach dem Ende der Auskiesung von 93,3 ha auf 128,1 ha vergrößert, das Seevolumen nahm von 20,1 Mio. m<sup>3</sup> auf 34,8 Mio. m<sup>3</sup> zu und die Wassertiefe erhöhte sich von 42,03 auf 44,66 m.

Das Ausmaß der SPV-Anlage wird wie in der Planvariante 1 ebenfalls 13,9 ha betragen, wegen der Flächenvergrößerung nun aber nur noch 10,85% (Planvariante 1 = 13,9) der Seefläche überdecken.

### 7.5.1 Temperaturhaushalt - Variantenprüfung 2

Auch nach Abschluss der Auskiesung wird das Untersuchungsgewässer in den Wintermonaten vollständig durchzirkulieren (vgl. Abbildung 7.34).

Mit dem Wegfall des Energieeintrags durch die Baggertätigkeit nimmt die Schichtungsstabilität gegenüber dem Vergleichszustand 1 und der Planvariante 1 aber zu, was mit einer Verringerung der hypolimnischen und einer Erhöhung der epilimnischen Wassertemperaturen einhergeht. Infolge der Überdeckung eines Teils der Seeoberfläche fallen die Wassertemperaturen, die das Modell für die Planvariante 2 ausweist, etwas geringer aus als für den Vergleichszustand 2.

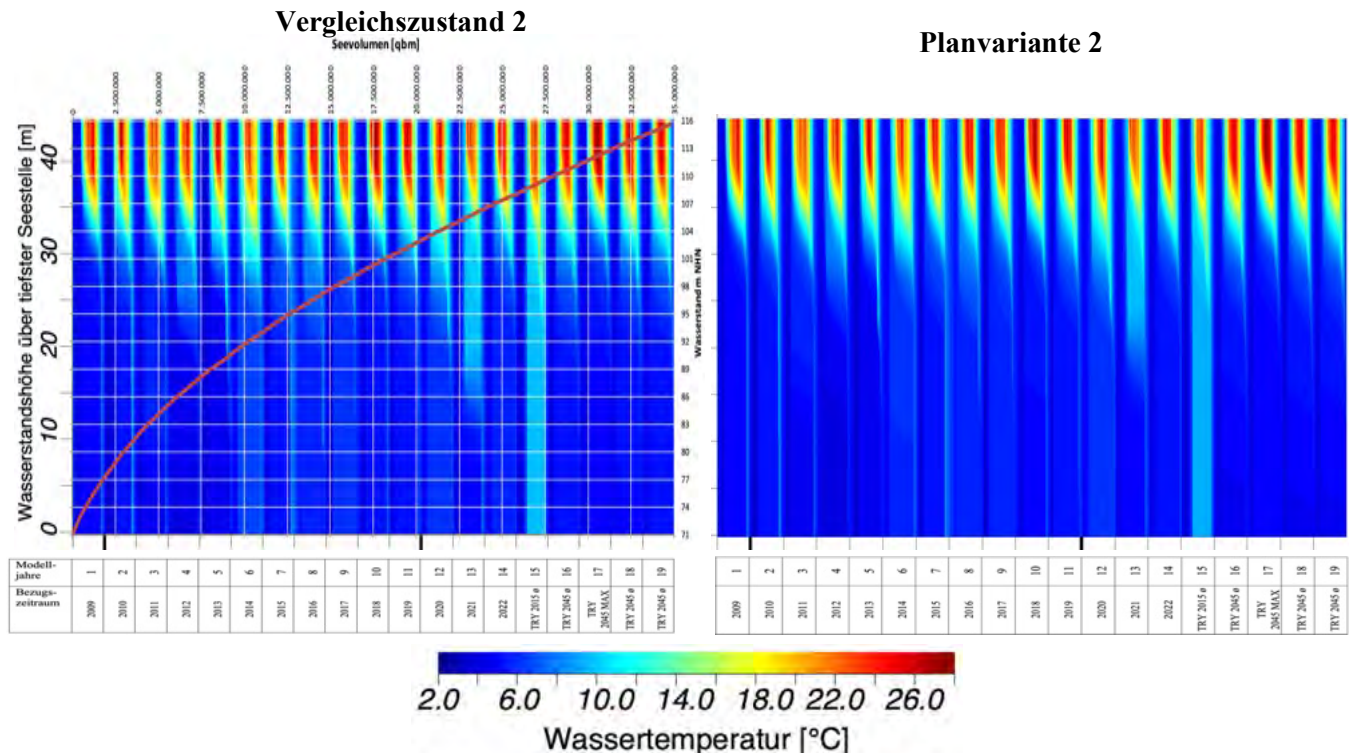


Abbildung 7.34: Temperatursimulationen der Variantenprüfung 2 (Tageswerte)

Sowohl im Epilimnion als auch in deutlich schwächerem Ausmaß im Hypolimnion ist mit einem Jahrgang der Wassertemperaturen zu rechnen, die ebenfalls die Vollzirkulation des Seewassers widerspiegelt (vgl. Abbildung 7.35).

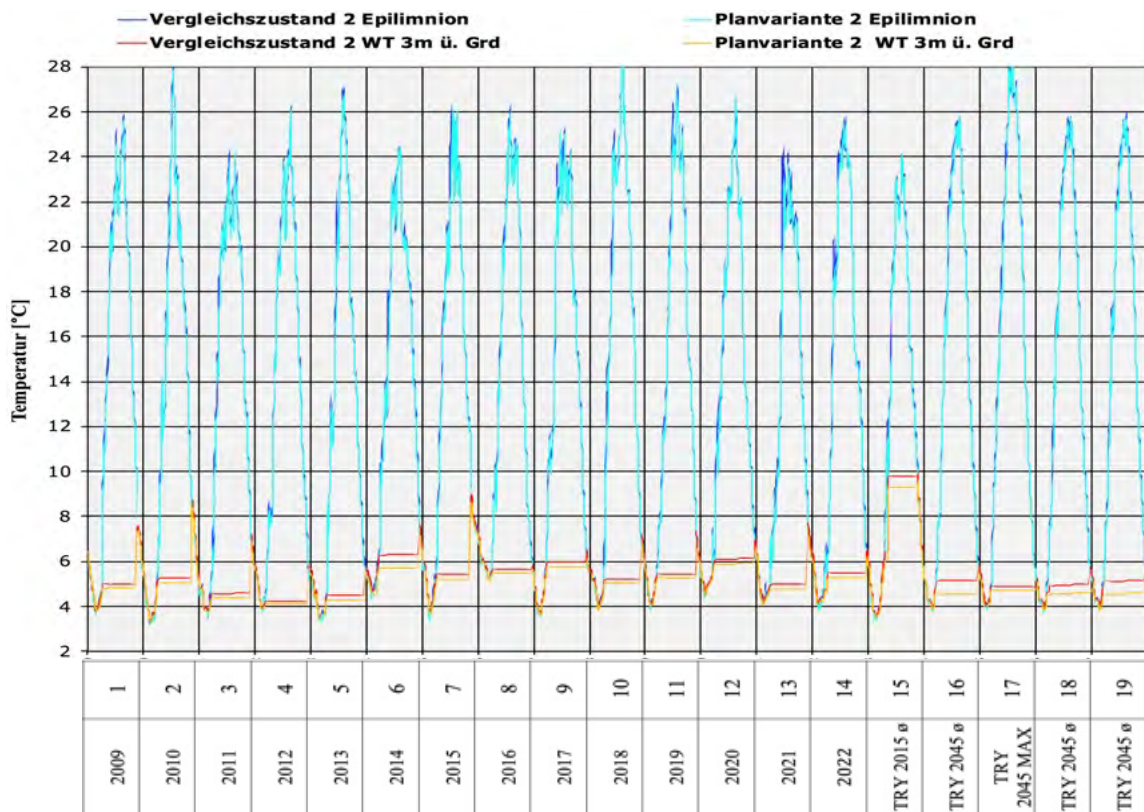


Abbildung 7.35: Temperaturwerte der Variantenprüfung 2 im Epilimnion (3 m WT)

## *Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

Nach der Maßnahmenumsetzung nimmt die Schichtungsstabilität leicht zu, wie aus der etwas niedrigeren Schwankungsamplitude der Wassertemperaturen in 3m über Grund zu schließen ist.

Durch die Teilüberdeckung des Sees ist mit einem Rückgang der mittleren Wassertemperaturen im Epilimnion um 1,4% (historischer Zeitraum) bzw. 1,2% (Zukunftszeitraum) zu rechnen. Die hypolimnischen Wassertemperaturen werden mit 3,8% (historischer Zeitraum) bzw. 6,5% (Zukunftszeitraum) etwas stärker zurückgehen (vgl. Tabelle 7.26).

Die maßnahmenbedingten Veränderungen der Wassertemperatur sind als unerheblich einzustufen. Tendenziell kommt es zu einer Abschwächung der durch den Klimawandel zu erwartenden Auswirkungen auf den Temperaturhaushalt des Sees.

**Tabelle 7.26: Wassertemperaturen im Epilimnion (3m Tiefe) und über Grund für die Variantenprüfung 2**

	<b>Vergleichszustand 2</b>		<b>Planvariante 2</b>	
	<b>historischer Zeitraum*</b>		<b>historischer Zeitraum*</b>	
	<b>Epilimnion</b>	<b>3m ü. Grd.</b>	<b>Epilimnion</b>	<b>3m ü. Grd.</b>
Mittelwert [°C]	13,36	5,27	13,17	5,07
Minimum [°C]	3,20	3,25	3,12	3,24
Maximum [°C]	28,52	9,03	28,55	8,70
	<b>Zukunftszeitraum**</b>		<b>Zukunftszeitraum**</b>	
	<b>Epilimnion</b>	<b>3m ü. Grd.</b>	<b>Epilimnion</b>	<b>3m ü. Grd.</b>
Mittelwert [°C]	13,68	5,50	13,52	5,14
Minimum [°C]	3,50	3,53	3,23	3,48
Maximum [°C]	28,37	10,04	28,19	9,69

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

### 7.5.2 Sauerstoffhaushalt - Variantenprüfung 2

Die Isolethendarstellung des Modellergebnisses der Sauerstoffgehalte (vgl. Abbildung 7.36) zeigt, dass sich nach Einstellung der Auskiesung sowohl im Vergleichszustand 2 als auch in der Planvariante 2 ein sauerstoffreicher Wasserkörper im Grundbereich des Sees ausbildet, der ein deutlich größeres Ausmaß annimmt als während der Auskiesung (vgl. Kapitel 7.4.2).

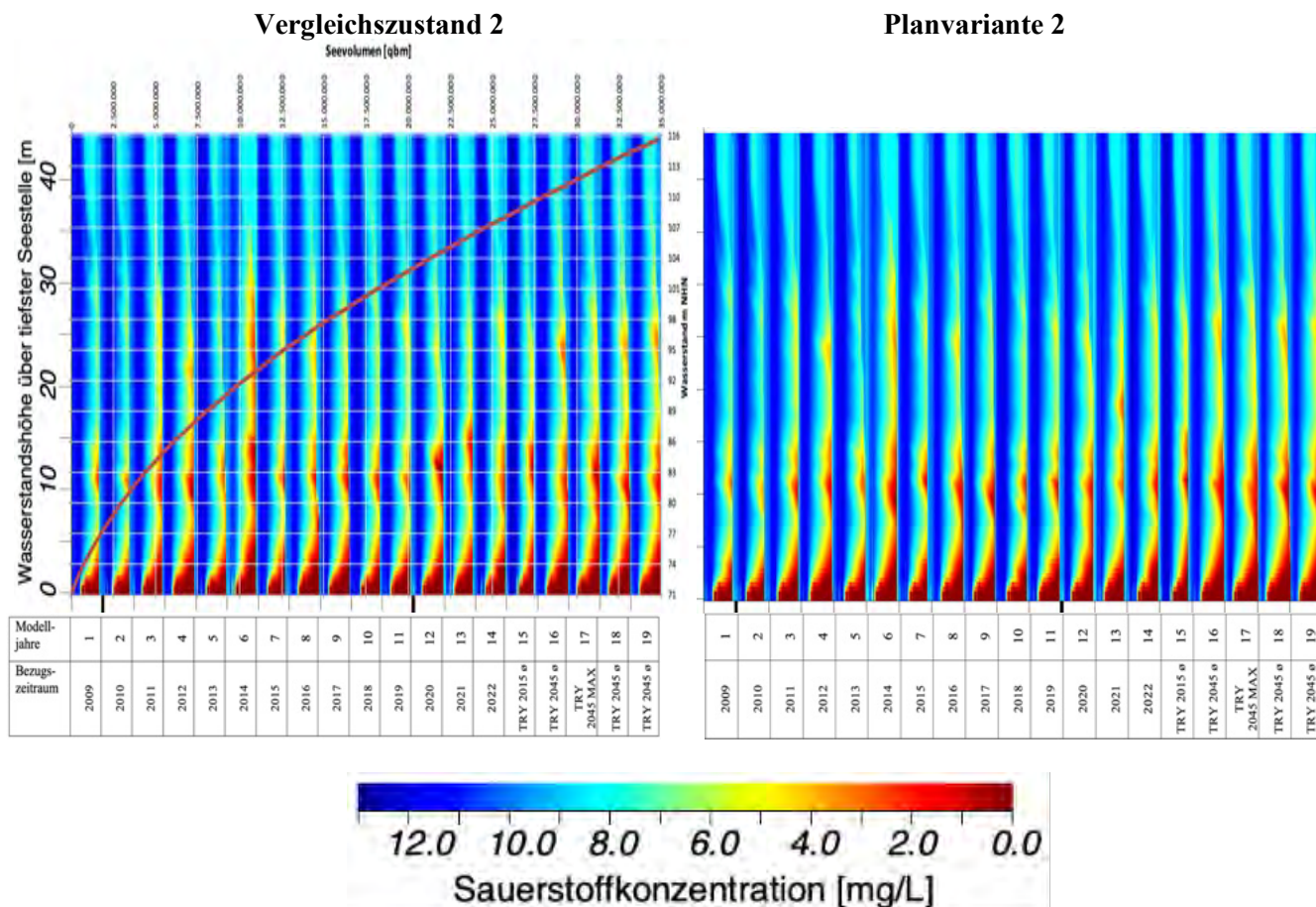
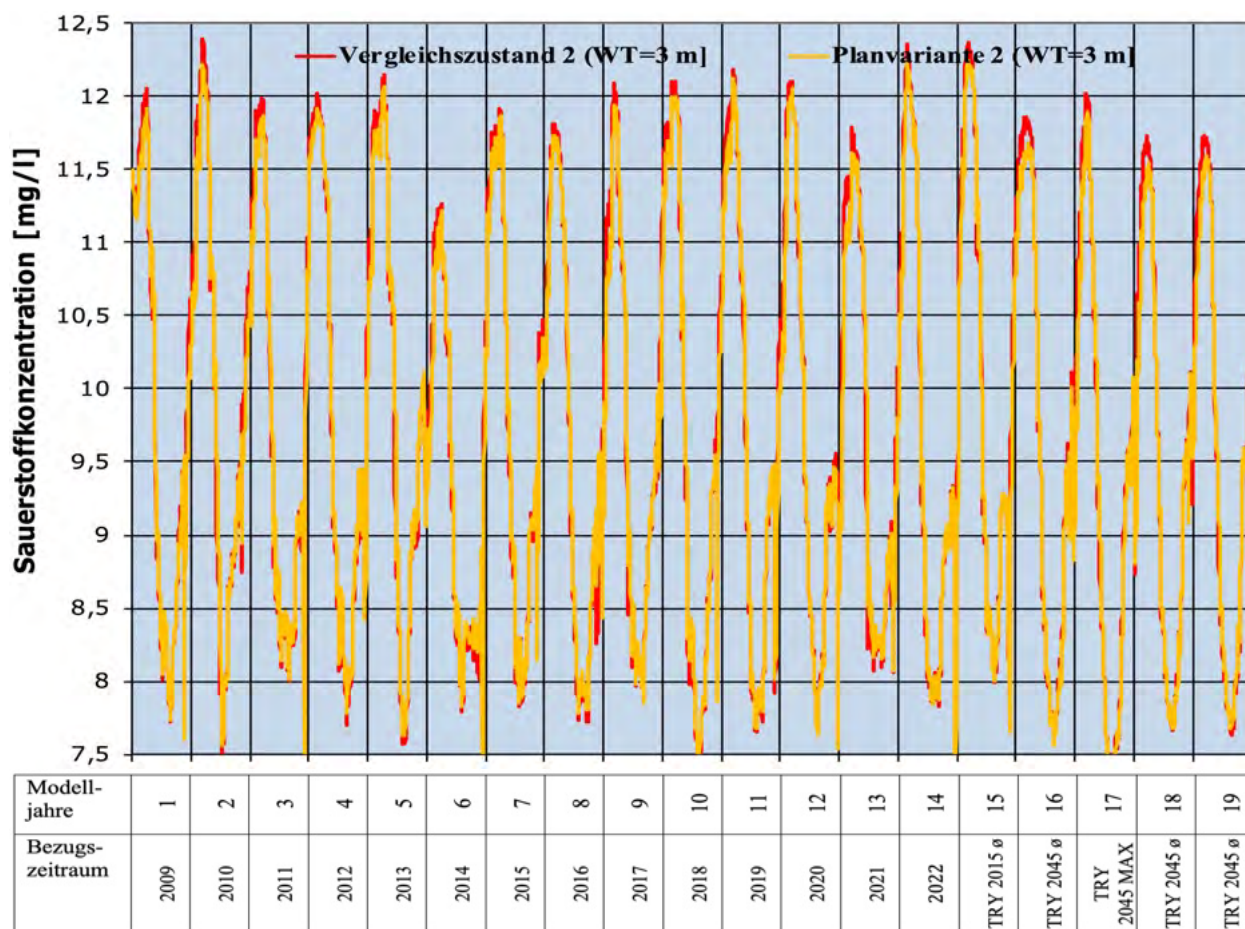


Abbildung 7.36: Sauerstoffsimulation der Variantenprüfung 2 (Tageswerte)

Im Epilimnion werden die Sauerstoffgehalte nach Umsetzung der Planvariante 2 in Bezug auf den Vergleichszustand 2 etwas zurückgehen (vgl. Abbildung 7.37). Dennoch bleibt die Sauerstoffversorgung im Epilimnion durchweg gut.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen



**Abbildung 7.37: Sauerstoffwerte der Variantenprüfung 2 im Epilimnion (3 m WT)**

Mit einer Abnahme der epilimnischen Sauerstoffwerte von im Mittel lediglich 0,3% (historischer Zeitraum) bzw. 0,7% (Zukunftszeitraum) bleiben die Maßnahmenauswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt des Epilimnions sehr gering (vgl. Tabelle 7.27).

**Tabelle 7.27: Sauerstoffgehalte im Epilimnion (3 m Wassertiefe) für die Variantenprüfung 2**

	Vergleichszustand 2	Planvariante 2
	historischer Zeitraum*	historischer Zeitraum*
Mittelwert [°C]	9,74	9,71
Minimum [°C]	7,10	6,98
Maximum [°C]	12,40	12,25
	Zukunftszeitraum**	Zukunftszeitraum**
Mittelwert [°C]	9,67	9,60
Minimum [°C]	7,37	7,35
Maximum [°C]	12,37	12,25

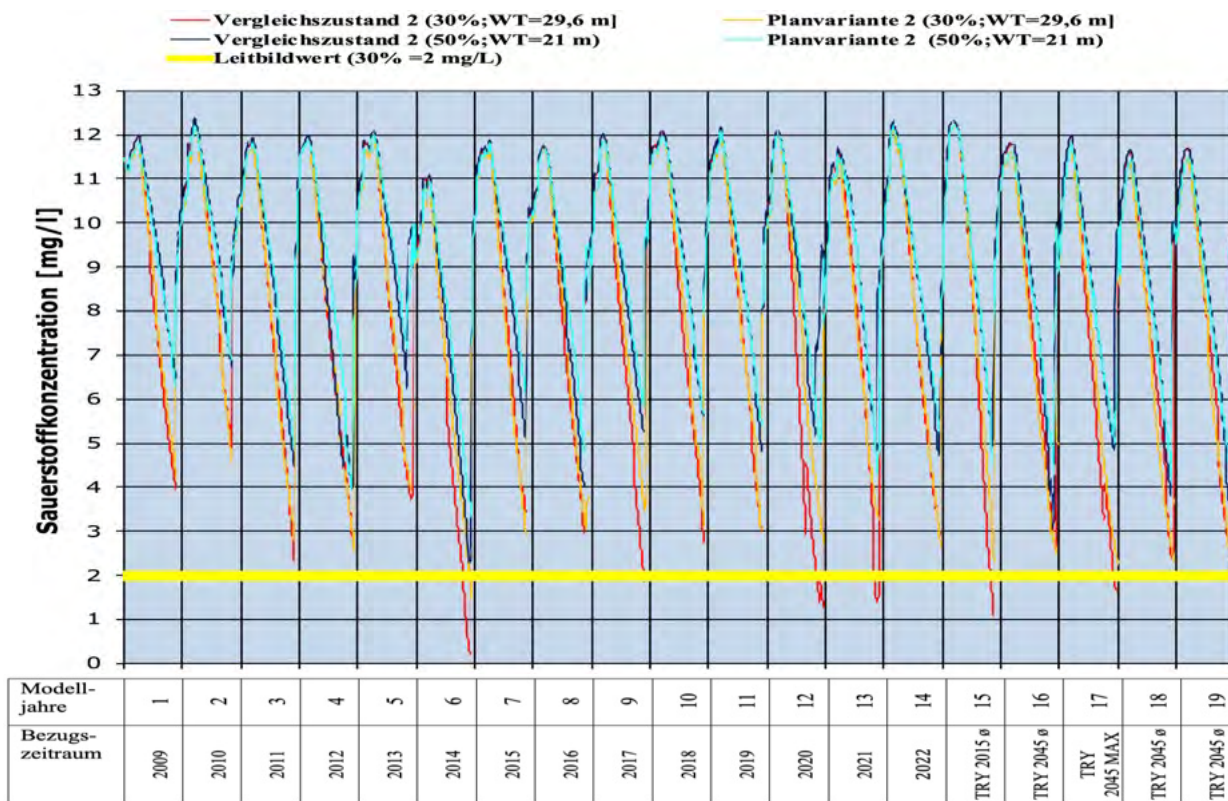
\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

Nach der Vertiefung des Sees und dem Ende der Auskiesungstätigkeit ist mit geringeren Sauerstoffkonzentrationen in der Gewässertiefe zu rechnen als im Istzustand oder bei der Planvariante 1. In einzelnen Prognosejahren wird die Anforderung an die maximale Mächtigkeit des hypolimnischen Sauerstoffdefizite (vgl. Kapitel 3.1) nicht erreicht.

Das in der Abbildung 7.38 dargestellte Modellergebnis zeigt, dass die Sauerstoffgehalte unter ungünstigen Klimabedingungen ab 29,6 m Wassertiefe (dies entspricht 30% der maximalen Wassertiefe über Grund) vereinzelt den Wert von 2 mg/l unterschreiten. Da das

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen

Seewasser aber im Winter stets vollständig durchoxidiert wird, ergeben sich daraus keine dauerhaft negativen Auswirkungen.



**Abbildung 7.38: Sauerstoffwerte der Variantenprüfung 2 in 29,6 m WT (=30% der maximalen Wassertiefe über Grund)**

Die Teilüberdeckung der Seeoberfläche mit Solarmodulen verursacht allerdings keine zusätzliche Belastung des hypolimnischen Sauerstoffhaushaltes (vgl. Tabelle 7.28). Maßnahmenbedingte Negativefolgen für die Sauerstoffversorgung des Untersuchungsgewässers sind demnach nicht zu befürchten.

**Tabelle 7.28: Sauerstoffgehalte im Hypolimnion (29,6 m Wassertiefe) für die Variantenprüfung 2**

	Vergleichszustand 2	Planvariante 2
	historischer Zeitraum*	historischer Zeitraum*
Mittelwert [°C]	8,30	8,39
Minimum [°C]	0,16	1,40
Maximum [°C]	12,39	12,24
	Zukunftszeitraum**	Zukunftszeitraum**
Mittelwert [°C]	7,96	7,79
Minimum [°C]	1,07	1,84
Maximum [°C]	12,36	12,24

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

### 7.5.3 Nährstoffsituation (Phosphorgehalt) - Variantenprüfung 2

Nach der Einstellung der Auskiesung wird die Vermischungsdynamik im Seewasser abnehmen, so dass es in den Stagnationsphasen zu Phosphoranreicherungen in unterschiedlichen Tiefenzonen kommen kann.

Die IsoPLETHendarstellung des Modellergebnisses zeigt aber keine erheblichen Veränderungen der Belastungswerte durch die Solarnutzung an (vgl. Abbildung 7.39).

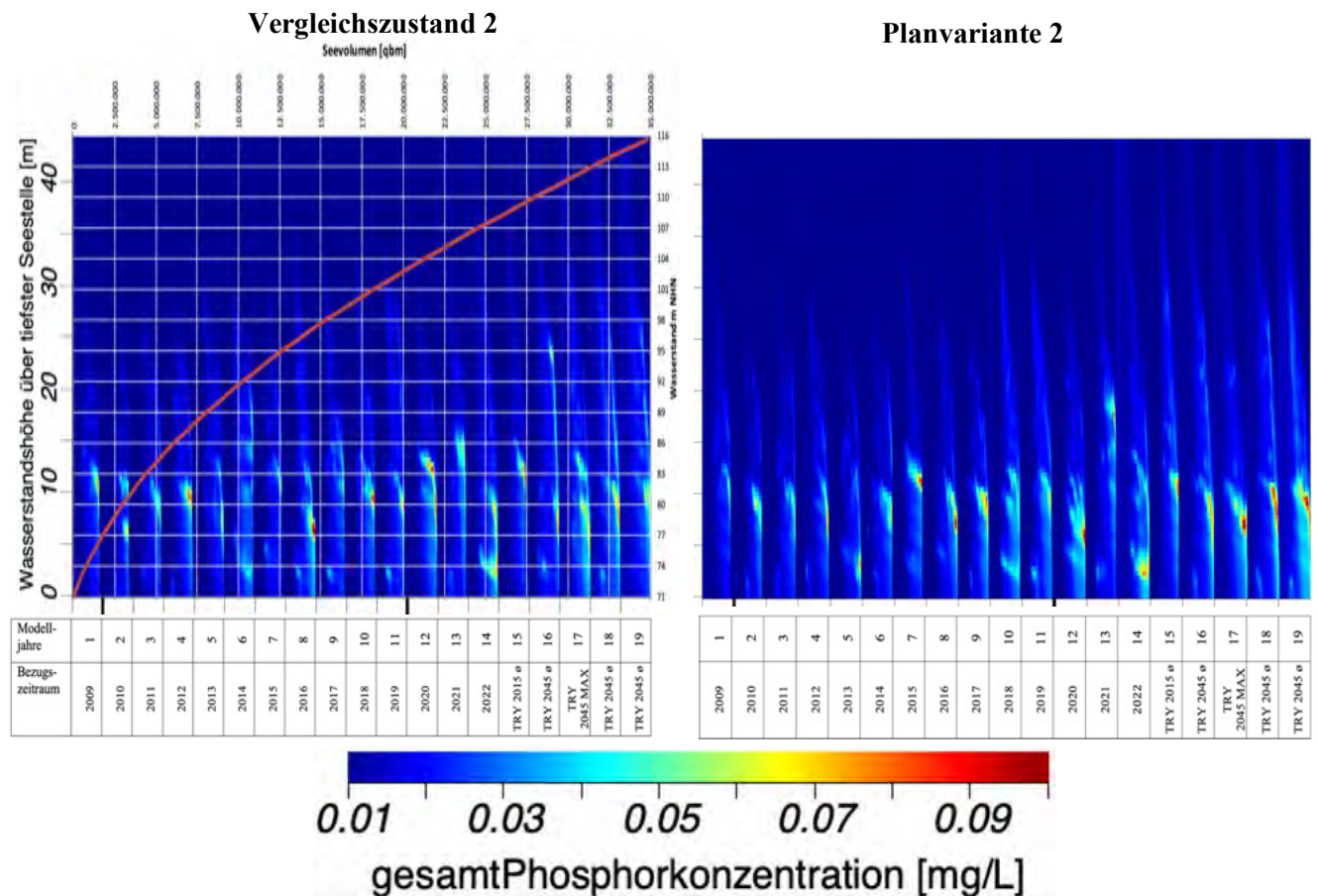


Abbildung 7.39: Phosphorsimulation der Variantenprüfung 2

Die für die trophische Einstufung des Sees entscheidenden Phosphorkonzentrationen im Epilimnion (3 m Wassertiefe) bleiben unter Bezug auf die hier relevanten Saisonmittelwerte (April bis Oktober) stets deutlich im Spektrum des Orientierungswertes (vgl. Abbildung 7.40).

Die Unterschiede zwischen dem Vergleichszustand und der Planvariante sind sehr gering, wobei in den einzelnen Prognosejahren einmal für diese und einmal für jenen etwas höhere Werte berechnet werden.

## Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen

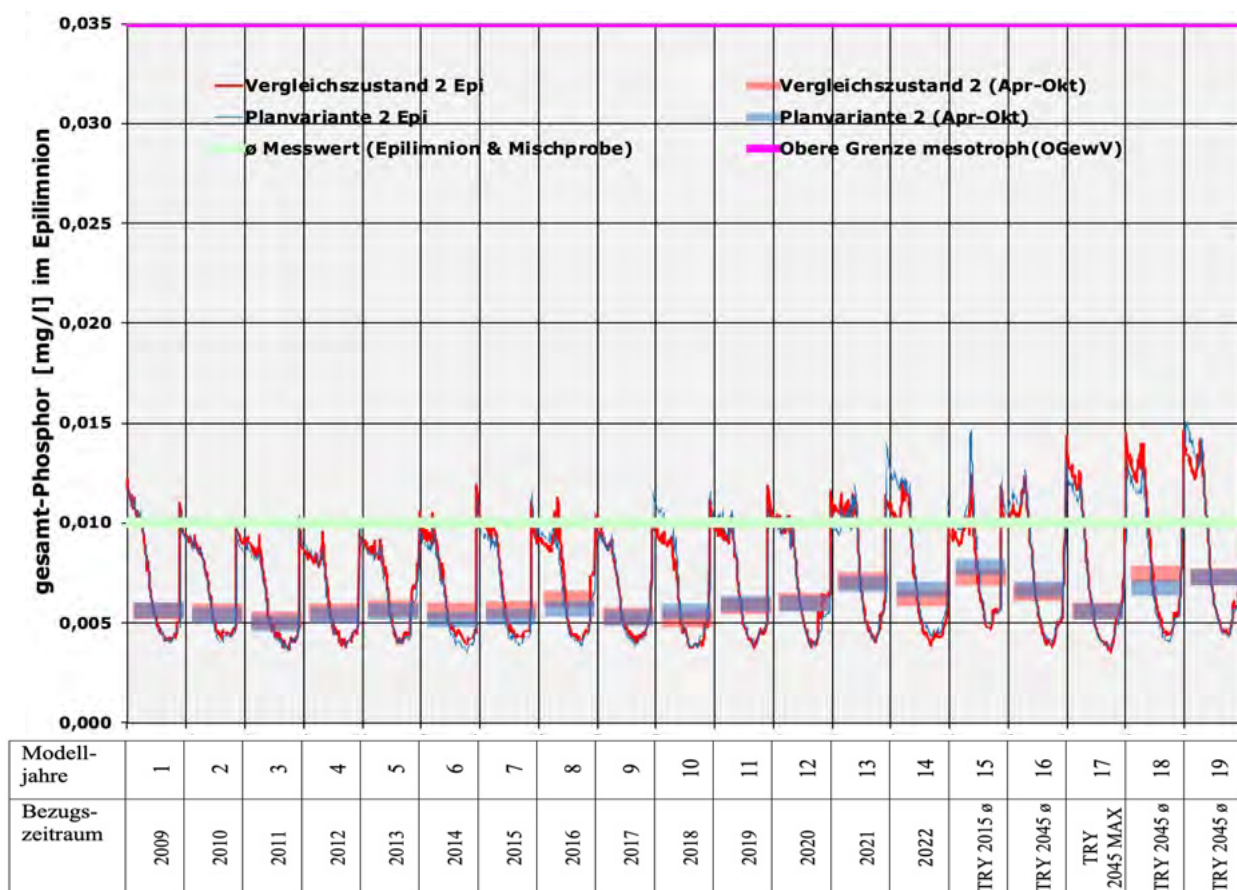


Abbildung 7.40: Simulation der Phosphorgehalte im Epilimnion (3 m WT) für die Variantenprüfung 2 unter Bezug auf die leitbildkonformen Orientierungswerte

Unter Bezug auf die in der Tabelle 7.29 dargestellten statistischen Lageparameter weist das Modell für den gesamten Betrachtungszeitraum nur marginale Unterschiede zwischen den geprüften Varianten auf. Infolge des Klimawandels ist mit einem leichten Anstieg der Phosphorgehalte zu rechnen, der ebenfalls keine Unterschiede zwischen der Planvariante und dem Vergleichszustand erkennen lässt und keine Auswirkungen auf die Güteinstufung verursacht.

Tabelle 7.29: Statistische Lageparameter der prognostizierten Phosphorgehalte der Variantenprüfung 2 im Epilimnion

	Vergleichszustand 2		Planvariante 2		Güteanforderung OGewV 2016
	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	
Mittelwert [P mg/l]	0,007	0,008	0,007	0,008	0,035
Minimum [P mg/l]	0,004	0,004	0,003	0,004	
Maximum [P mg/l]	0,012	0,015	0,014	0,015	

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

### 7.5.4 Chlorophyll-a Gehalte - Variantenprüfung 2

In Entsprechung zu den maßnahmenbedingt kaum veränderten Phosphorgehalten werden auch die Chlorophyll-a Werte im Seewasser durch die Maßnahmenumsetzung kaum beeinflusst (vgl. Abbildung 7.41).

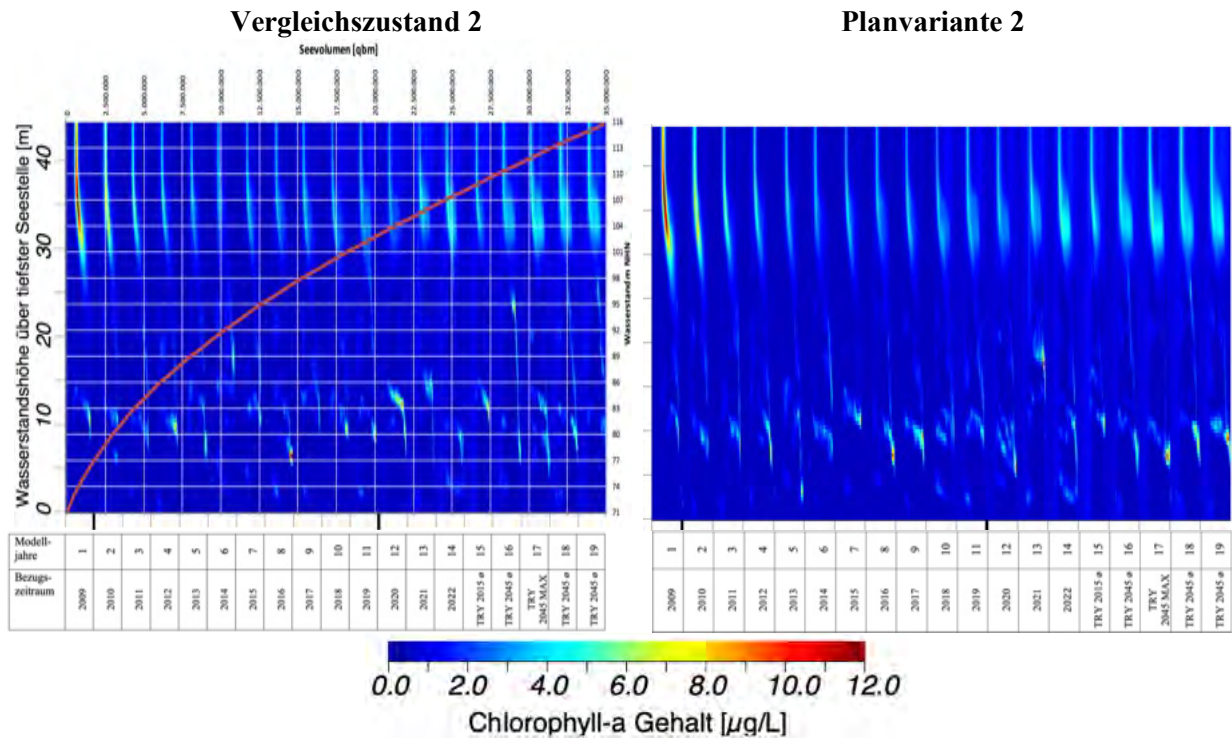


Abbildung 7.41: Chlorophyll-a Simulation der Variantenprüfung 2

Im Saisonmittel (April bis Oktober) bleiben die Werte sehr deutlich unter dem mesotrophen Orientierungswert von maximal 12  $\mu\text{g/l}$  und spiegeln mit Werten unter 4  $\mu\text{g/l}$  sogar einen oligotrophen Zustand wider (vgl. Abbildung 7.42).

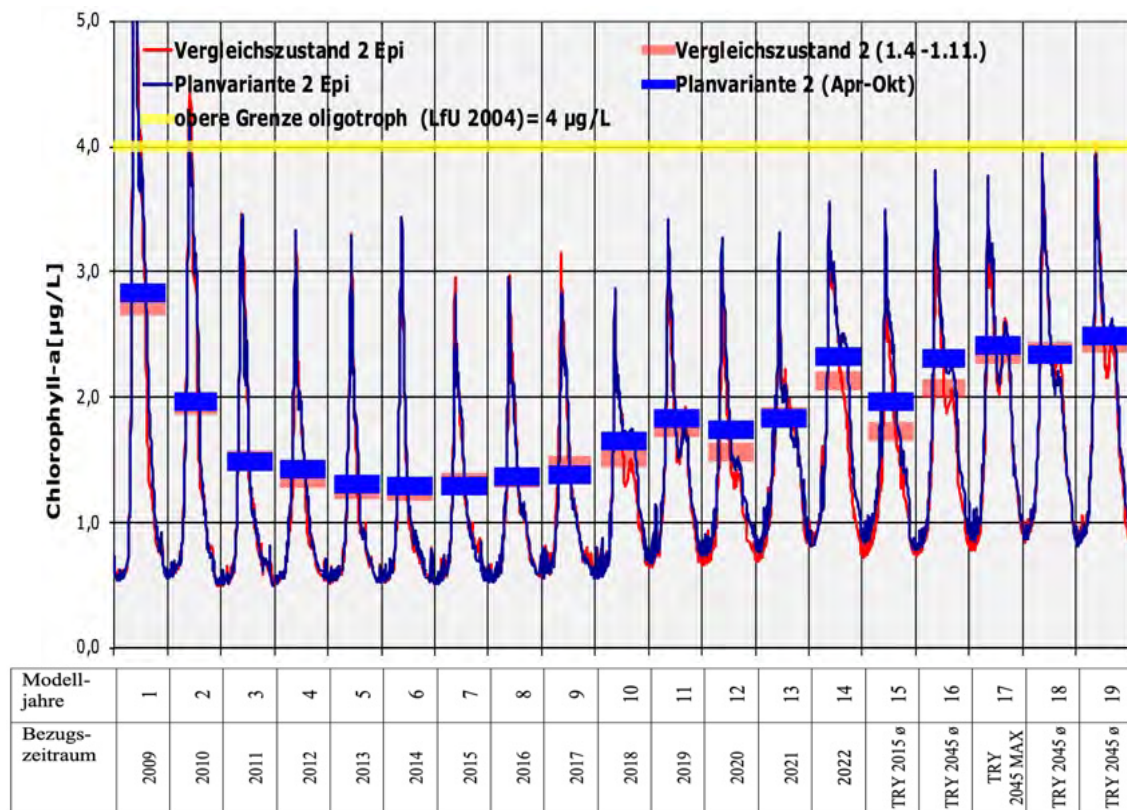


Abbildung 7.42: Chlorophyll-a Gehalte der trophogenen Zone (WT=0-8 m) für Variantenprüfung 2

## *Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen*

Für die Planvariante 2 wird zum Ende des Betrachtungszeitraums hin, also unter den Bedingungen des Klimawandels, ein leichter Anstieg gegenüber dem Vergleichszustand 2 prognostiziert.

Dieser Anstieg von im Mittel 6% für den Zukunftszeitraum erreicht aber nur ein marginales Ausmaß (vgl. Tabelle 7.30) und wird keine negativen Auswirkungen für den Gewässerzustand hervorrufen.

**Tabelle 7.30: Statistische Lageparameter der prognostizierten Chlorophyll-a Werte für die Variantenprüfung 2**

Saisonmittelwerte	Vergleichszustand 2		Planvariante 2		Orientierungswert mesotroph
	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	
Mittelwert [Chl-a µg/l]	1,64	2,18	1,70	2,31	< 12 (LfU 2004)
Minimum [Chl-a µg/l]	1,25	1,73	1,30	1,97	
Maximum [Chl-a µg/l]	2,73	2,42	2,84	2,49	

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

Dass es trotz der höheren Beschattungsfunktion im Planzustand 2 zu einer Zunahme der Chlorophyll-Gehalte kommen kann, ist u.a. auf folgende Gründe zurückzuführen:

1. Durch die Überdeckung eines Teils der Seeoberfläche mit Solarmodulen erhöht sich die Epilimnionmächtigkeit, und die Aussinkrate der Algenbiomasse aus dem Epilimnion verringert sich im selben Ausmaß.
2. Bei nährstoffarmen Verhältnissen und geringer Wassertrübung kann eine hohe UV-Strahlung ein wachstumshemmender Faktor für die Algenentwicklung sein, so dass es infolge einer Abschattung der Wasseroberfläche zu vermehrten Algenentwicklungen kommt.

### 7.5.5 Cyanobakterien (Blaualgen - Variantenprüfung 2

Maßnahmenbedingt ist nicht mit einem Anstieg des Wachstumspotentials für Blaualgen im Untersuchungsgewässer zurechnen, wie die Darstellung des Prognoseergebnisses in der Abbildung 7.43 zeigt.

Generell ergibt sich durch den Klimawandel ein leichter Anstieg der Cyanobakterienbiomasse, der für den Vergleichszustand etwas höher ausfällt als für die Planvariante. Beide Wertepaare bleiben aber sehr deutlich unter dem Wert von 5 µg/l für die niedrigste Warnstufe des UBA (2015).

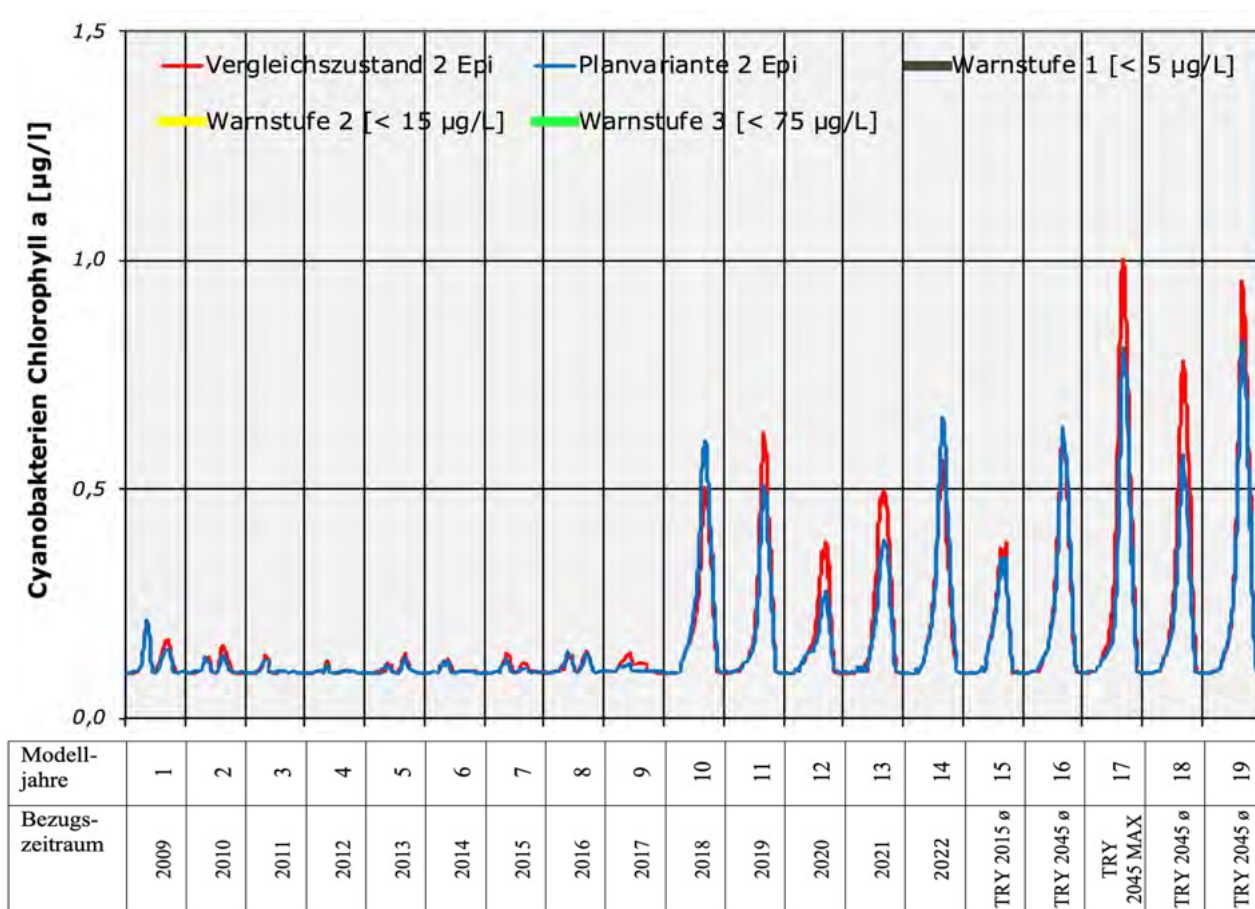


Abbildung 7.43: Simulation der Cyanobakteriendichte in der trophogenen Zone (WT=0-8 m) in der Variantenprüfung 2

### 7.5.6 Sichttiefenwerte Variantenprüfung 2

Nach dem Wegfall der betriebsbedingten Feinmineralieneinträge während der Auskiesungsphase ist von einem deutlichen Anstieg der Sichttiefenwerte auszugehen, die nun sowohl für den Vergleichszustand als auch für die Planvariante Saisonmittelwerte um 4 m erreichen (vgl. Abbildung 7.44).

In allen Prognosejahren werden die Anforderungen für einen mesotrophen Status erfüllt.

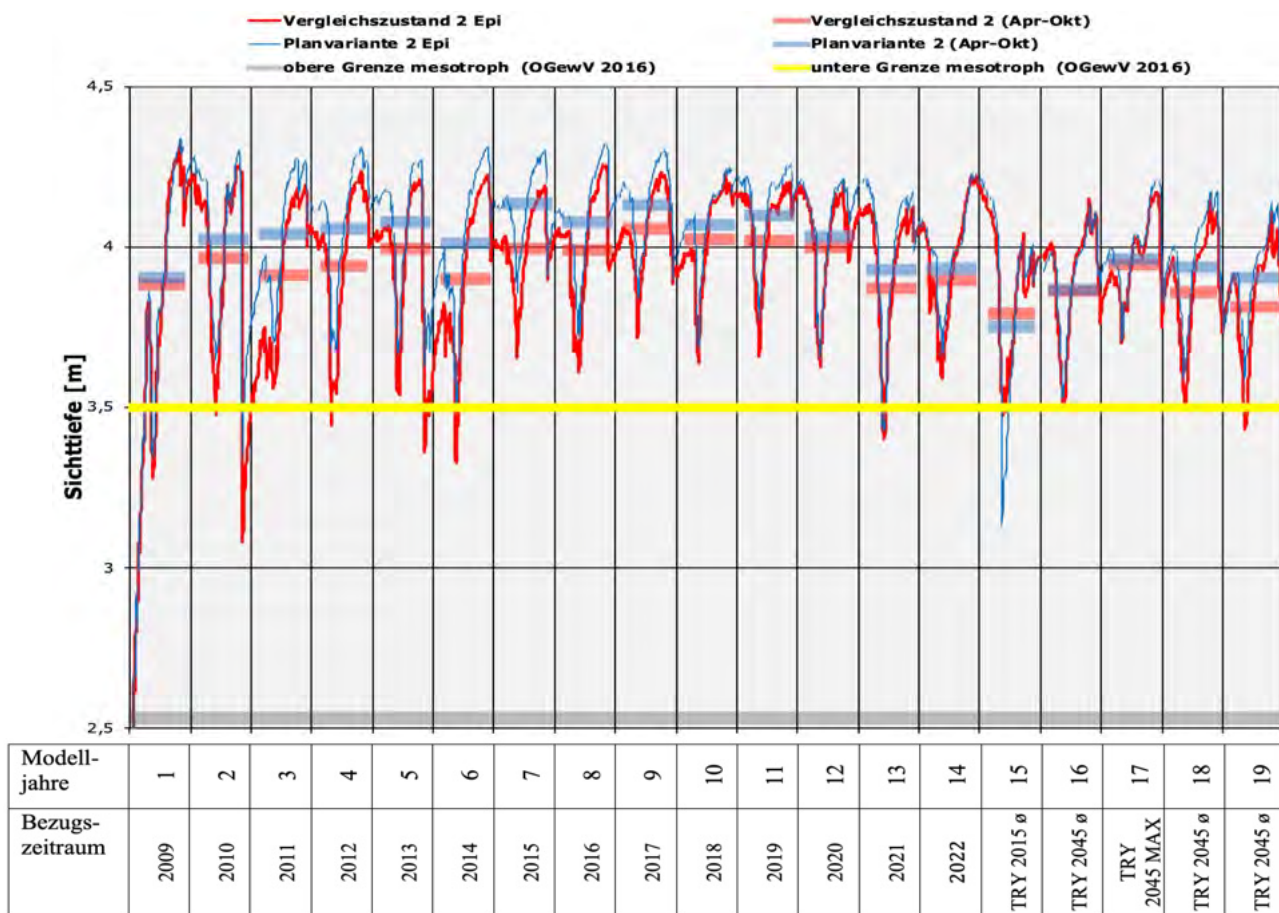


Abbildung 7.44: Simulation der Sichttiefenwerte in der Variantenprüfung 2

Durch die maßnahmenbedingte Überdeckung eines Teils der Seeoberfläche kommt es nicht zu einer Verringerung der Sichttiefenwerte (vgl. Tabelle 7.31). Diese steigen nach Umsetzung der Planvariante 2 im Mittel vielmehr geringfügig um 2,3% (historischer Zeitraum) bzw. 1% (Zukunftszeitraum) an.

Tabelle 7.31: Statistische Lageparameter der prognostizierten Sichttiefenwerte für die Variantenprüfung 2

Saisonmittelwerte	Vergleichszustand 2		Planvariante 2		Orientierungswert
	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	Historischer Zeitraum*	Zukunftszeitraum**	
Mittelwert (m)	3,96	3,90	4,05	3,94	≥ 2,5 m (OGewV 2016; Seetyp 13k)
Minimum (m)	2,39	3,43	2,35	3,12	
Maximum (m)	4,32	4,19	4,34	4,22	

\*Modelljahre 1-14 (Klimareferenzzeitraum 2009–2022) \*\*Modelljahre 15-19 (Testreferenzjahre des DWD)

### 7.5.7 Wasserhaushalt Variantenprüfung 2

Wie für die Variantenprüfung 1 weist das Modell auch für die Variantenprüfung 2 einen Rückgang der Seeverdunstung durch die Exposition einer SPV-Anlage an (vgl. Abbildung 7.45). Es kommt also bei Umsetzung der Planvariante 2 ebenfalls zu einer vermehrten Grundwasserneubildung.

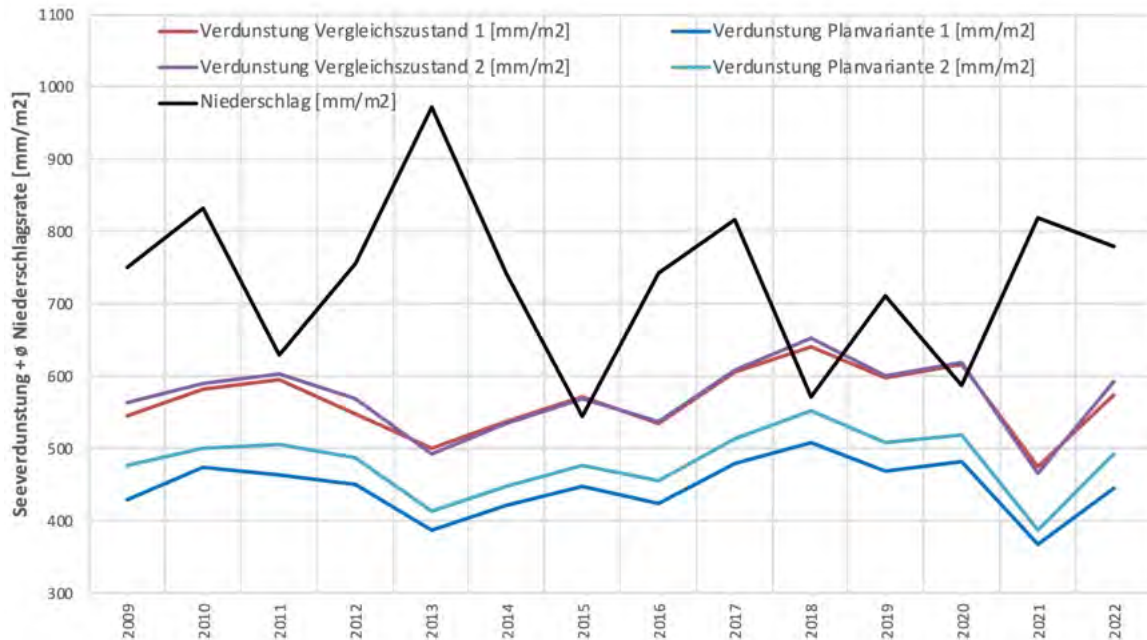


Abbildung 7.45: Verdunstung und Niederschlag in der Variantenprüfung 1 & 2

## 8 Weitere Beeinflussungsfaktoren

### 8.1 Entwicklung benthischer (am Substrat haftender) Cyanobakterien

Die Schwimmkörper einer SPV-Anlage werden von benthischen Gewässerorganismen als Substrat (Aufwuchsflächen) genutzt. Neben den in den Baggerseen dominanten Muscheln, hier insbesondere den beiden Dreissena- oder Zebrauschelarten (*Dreissena polymorpha* und *Dreissena rostriformis bugensis*), bieten die Schwimmkörper auch anderen Gewässerorganismen Aufwuchsflächen. Von besonderer Bedeutung sind dabei benthisch lebende Cyanobakterienarten (u.a. Oszillatoria-Arten). In diesem Zusammenhang sind Arten der Gattungen *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Phormidium* und *Tychonema* zu nennen, da diese zur Beeinträchtigung der Badegewässernutzung führen können.

Aufgrund der sehr geringen Nährstoffgehalte im Untersuchungsgewässer und der verschlechterten Lichtverhältnisse unter den abschattenden Schwimmkörpern ist nicht mit einem erheblichen Aufkommen benthischer Cyanobakterien zu rechnen.

### 8.2 Beeinflussung des Grundwassers durch Cyanotoxine

Ebenso wie in den beiden Vergleichszuständen ist auch für die beiden Planvarianten nur ein sehr geringes Cyanobakterienaufkommen zu erwarten. Eine Belastung des Grundwassers ist folglich auszuschließen. Da sich Cyanotoxine sehr schnell abbauen und die Fließzeit des seeabstromigen Grundwassers entsprechend gering ist, ergibt sich keine Belastungsfunktion.

Der Abbau von Microcystinen erfolgt innerhalb weniger Tage (<https://toxische-cyanobakterien.de/hintergrundinformation/cyanotoxine/>). Bei Cylindrospermopsin kann der biochemische Abbau deutlich länger dauern. Diese Toxine treten allerdings in Europa sehr selten auf. Auch hier stellt die lange Fließzeit des Grundwassers eine sichere Barrierefunktion dar.

Für weitere Toxine wie Anatoxin, Lyngbiatoxin und Nodularin (primär brackisch) stehen derzeit keine Angaben in Bezug auf die Abbaurate zur Verfügung.

### 8.3 Belastung des Wassers durch Mikroplastik

Veröffentlichte Untersuchungen zur Belastung von Seen durch Mikroplastik, das aus Schwimmkörpern von Solaranlagen freigesetzt wird, gibt es bislang nicht. Eine Angabe zur Stofffreisetzung aus Bojen und Fendern, die am ehesten mit den Schwimmkörpern vergleichbar sind, findet sich bei Bertling et al. (2018). Danach ergibt sich nur eine minimale Belastung durch die entsprechenden Materialien.

In einer für den Schwimmkörperhersteller (Zimmermann PV-Floating) durchgeführten Untersuchung konnte im Rahmen von Abrasionstests keine Mikroplastikfreisetzung festgestellt werden.

## 9 Zusammenfassende Darstellung der Vorhabensauswirkungen

Mittels der Modellierung von insgesamt vier Varianten wurden die Auswirkungen untersucht, die aus der Installation einer schwimmenden Photovoltaik (SPV) Anlage für die Wasserqualität des Untersuchungsgewässers entstehen (vgl. Kapitel 7). Die Prüfung erfolgte im Rahmen von zwei Variantenprüfungen, die Darstellungen der maßnahmenbedingten Auswirkungen während der Auskiesung (Variantenprüfung 1) und für die Zeit danach (Variantenprüfung 2) zum Gegenstand haben. Hinsichtlich der Auswirkungen klimatischer Einflüsse wurden zwei Zeiträume getrennt ausgewiesen: Mit historischen Daten von 2009 bis 2022 berechnete Werte und Werte, die unter Bezug auf die Testreferenzjahre des DWD für zukünftige Klimaveränderungen berechnet wurden.

Die Tabelle 9.1 fasst die dabei gewonnenen Ergebnisse zusammen. Außerdem erfolgt, auch unter Einschluss von Beurteilungsmaßstäben aus der gesichteten Literatur, eine Bewertung, ob und inwieweit maßnahmenverursachte Auswirkungen als erheblich einzustufen sind.

**Tabelle 9.1: Zusammenfassende Bewertung vorhabensbedingter Auswirkungen**

	Variantenprüfung 1		Variantenprüfung 2	
	Vergleichszustand 1	Planvariante 1	Vergleichszustand 2	Planvariante 2
Seefläche [ha]	93,3	93,3	128,1	128,1
Seevolumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	20,11	20,11	34,8	34,8
Nutzungsart	in Auskiesung	in Auskiesung	stillgelegt	stillgelegt
Seeflächenüberdeckung durch SPV-Anlage	/	14,9 % 13,9 ha	/	10,85 % 13,9 ha
<b>Anlagenbedingte Effekte (Modellberechnungen)</b>				
Zirkulationsverhalten	positiv/ zirkuliert	positiv/ zirkuliert	positiv/ zirkuliert	positiv/ zirkuliert
Temperaturhaushalt Epilimnion	positiv	-0,36*/ -0,34** [Δ°C]	positiv	-0,19*/ -0,16** [Δ°C]
Temperaturhaushalt Hypolimnion	positiv	-0,48*/ -0,49** [Δ °C]	positiv	-0,20*/ -0,36** [Δ°C]
Sauerstoffhaushalt Epilimnion	positiv	-0,03*/ -0,05** [Δ mg/l O <sub>2</sub> ]	positiv	-0,03*/ -0,07** [Δ°C]
Sauerstoffhaushalt Hypolimnion	positiv	-0,01*/ -0,05** [Δ mg/l O <sub>2</sub> ]	positiv mit leichten Einschränkungen	0,09*/ -0,17** [Δ mg/l O <sub>2</sub> ]
Phosphorhaushalt	positiv	±0*/ -0,001** [Δ mg/l P]	positiv	±0*/ ±0** [Δ mg/l P]
Algen (Chlorophyll-a)	positiv	-0,07*/ -0,22** [Δ µg/l Chl-a]	positiv	0,06*/ -0,13** [Δ µg/l Chl-a]
Cyanobakterienbiomasse (Chlorophyll-a)	positiv	leichter Rückgang	positiv	leichter Rückgang
Sichttiefe	Beeinflusst durch Kiesgewinnung	-0,01*/ ±0** [Δ m]	Positiv (hohe Sichttiefe)	0,09*/ 0,04** [Δ m]
Seeverdunstung	seetypisch	Abnahme	seetypisch	Abnahme

## Zusammenfassende Darstellung der Vorhabensauswirkungen

	Variantenprüfung 1		Variantenprüfung 2	
	Vergleichszustand 1	Planvariante 1	Vergleichszustand 2	Planvariante 2
<b>Anlagenbedingte Effekte (Modell &amp; Literatur)</b>				
Entwicklung benthischer Cyanobakterien als Aufwuchs auf den Schwimmkörpern	unerheblich (Modell & Literatur)	keine Änderung	unerheblich (Modell & Literatur)	keine Änderung
Entwicklung von Schwachlicht-Cyanobakterien-Arten (z.B. <i>Planktothrix rubescens</i> ) im abgeschatteten Bereich	unerheblich (Modell & Literatur)	keine Änderung	unerheblich (Modell & Literatur)	keine Änderung
Darstellung möglicher sekundärer Belastungen z.B. durch Antifouling, Leaching etc.	unerheblich (Literatur)	keine Änderung	unerheblich (Literatur)	keine Änderung

### Signaturen

Im Vergleichszustand beeinträchtigt	Keine oder positive, vorhabensbedingte Einflüsse	Relevante vorhabensbedingte Verschlechterung	Unerheblich laut Fachliteratur
-------------------------------------	--	--	--------------------------------

\* Klimareferenzzeitraum 2009–2022 \*\* Testreferenzjahre des DWD

Für keinen der untersuchten Parameter ist von relevanten vorhabensbedingten Verschlechterungen im Untersuchungsgewässer auszugehen. Maßnahmenbedingte Veränderungen bleiben in Bezug auf beide Varianten gering. Auch mit nennenswerten Veränderungen infolge des Klimawandels ist nicht zu rechnen.

## 10 Bewertung der Maßnahmenauswirkungen nach EU-WRRL

Das Untersuchungsgewässer ist mit einer Seeflächenausdehnung von mehr als 50 ha ein EU-WRRL Gewässer. Die Bewertung von EU-WRRL Gewässern erfolgt unter Bezug auf die in Abbildung 10.1 dargestellten Qualitätskomponenten.

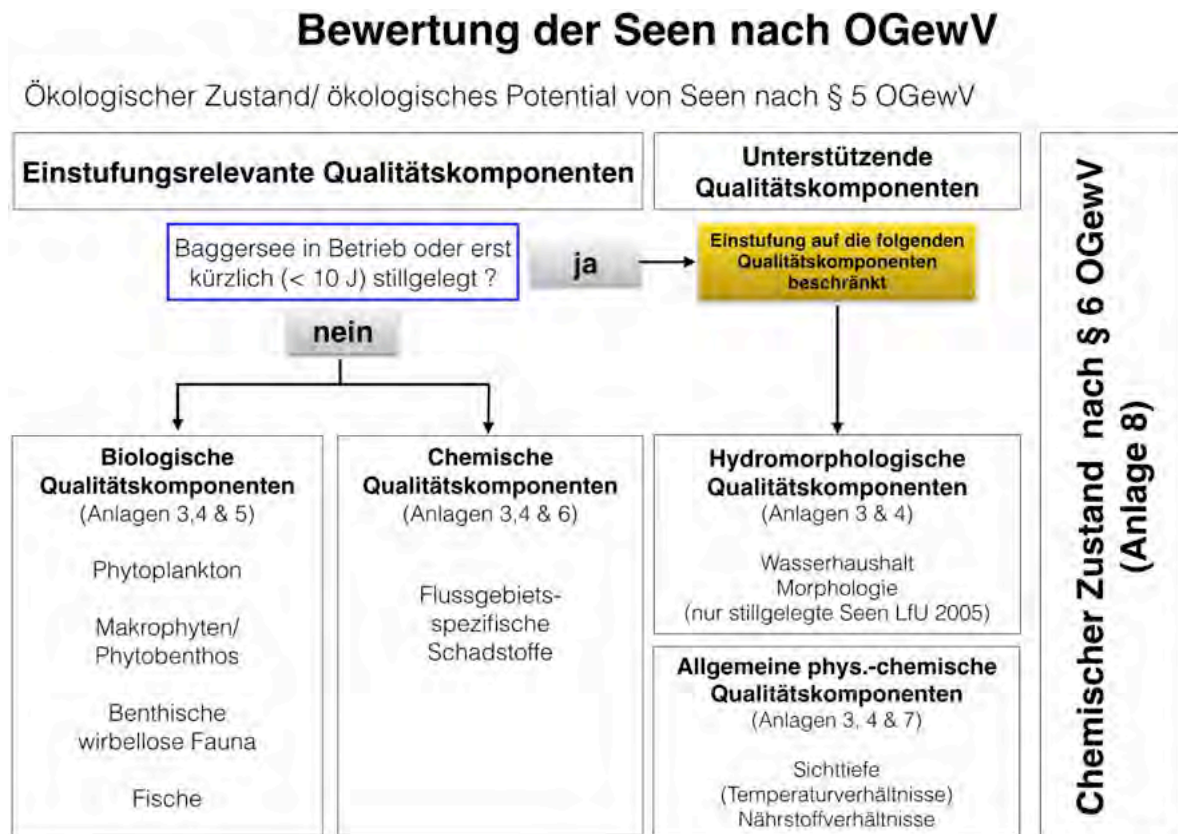


Abbildung 10.1: Schema zur Beurteilung des betriebenen Abtragungsgewässers nach EU-WRRL

Leider ist die Beurteilung der geplanten Eingriffe mittels der EU-WRRL und der mit ihr beschriebenen Verfahrenstechniken nicht möglich, da keine Methodik zur Verfügung steht, mit der die vorhabensbedingten Effekte nach EU-WRRL- oder OGewV-Vorgaben beurteilt werden könnten.

Viele Qualitätskomponenten lassen sich erst ca. 10 Jahre nach Beendigung der Auskiesung bewerten. Aus diesem Grunde müssen die Effekte auf die biologischen Qualitätskomponenten aus den allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten abgeleitet werden.

## 10.1 Bewertung des Untersuchungsgewässers entsprechend dem Kiesleitfaden (LfU 2004) und dem Methodenhandbuch (LfU 2005)

Die Bewertung nach Kiesleitfaden (LfU 2004) oder Methodenhandbuch (LfU 2005) basiert auf den folgenden Parametern und Orientierungsgrößen, die bereits in Kapitel 3.1 dargestellt wurden, hier aber noch einmal angeführt werden, um den Zusammenhang zu wahren.

**Tabelle 10.1: Qualitätskomponenten nach LfU (2004) und LfU (2005)**

	<b>gesamt Phosphor</b> (Frühjahr / Zirkulationsphase)	<b>Chl-a</b> (Sommer / Stagnationsphase)	<b>O<sub>2</sub>-Verhältnisse*</b> (Sommer / Stagnationsphase)
mesotroph = Referenzzustand	15 – 45 µg/l	4 – 12 µg/l	10 – 30 %
eutroph	45 -150 µg/l	12-35 µg/l	30-50 %
polytroph	> 150 µg/l	35-103 µg/l	> 50 %

\* Mächtigkeit der sauerstoffarmen Wasserschicht (< 2 mg / l) über dem Seeboden im Verhältnis zur Gesamttiefe

Bezogen auf diese Parameter werden für Baggerseen bei einer Punkteinstufung nach dem folgenden Schema ø 70 Punkte gefordert:

- Zustand entspricht trophischem Referenzzustand: 100 Punkte
- Zustand weicht um eine Bewertungsstufe ab: 80 Punkte
- Zustand weicht um zwei Bewertungsstufen ab: 50 Punkte
- Zustand weicht um mehr als zwei Stufen ab: 0 Punkte

Der Referenzwert von 70 Punkten errechnet sich als Mittelwert aus allen drei Qualitätskomponenten. Als trophischer Referenzzustand für das Untersuchungsgewässer gilt der mesotrophe Status.

Das in der Tabelle 10.2 dargestellte Ergebnis zeigt, dass der See für sämtliche Qualitätskomponenten in allen untersuchten Varianten einen leitbildkonformen Zustand erreicht.

Abweichungen ergeben sich lediglich vorübergehend und sehr kurzfristig in einzelnen Jahren für den Sauerstoffhaushalt im Hypolimnion nach Beendigung der Auskiesung (Vergleichszustand 2 und Planvariante 2).

Insgesamt führt die Solarnutzung (Planvariante 2) zu einer Verbesserung des Sauerstoffhaushaltes, da die maßnahmenbedingt niedrigeren Temperaturen im Hypolimnion eine Intensivierung des Zirkulationsverhaltens bewirken.

## Bewertung der Maßnahmenauswirkungen nach EU-WRRL

**Tabelle 10.2: Bewertung der allgemeinen chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten nach LfU (2004) und LfU (2005)**

Modell-jahre	Vergleichszustand 1				Planvariante 1				Vergleichszustand 2				Planvariante 2			
	gesamt P	Chl-a	O <sub>2</sub> -Gehalt*	Bewertung	gesamt P	Chl-a	O <sub>2</sub> -Gehalt*	Bewertung	gesamt P	Chl-a	O <sub>2</sub> -Gehalt*	Bewertung	gesamt P	Chl-a	O <sub>2</sub> -Gehalt*	Bewertung
	[mg/L]	[µg/L]	[mg/L]	[Punkte]	[mg/L]	[µg/L]	[mg/L]	[Punkte]	[mg/L]	[µg/L]	[mg/L]	[Punkte]	[mg/L]	[µg/L]	[mg/L]	[Punkte]
2009	0,006	2,9	> 2	100	0,007	2,7	> 2	100	0,007	2,7	> 2	100	0,007	2,8	> 2	100
2010	0,008	2,0	> 2	100	0,007	2,0	> 2	100	0,007	1,9	> 2	100	0,007	2,0	> 2	100
2011	0,007	1,7	> 2	100	0,006	1,7	> 2	100	0,006	1,5	> 2	100	0,006	1,5	> 2	100
2012	0,007	1,6	> 2	100	0,006	1,6	> 2	100	0,006	1,3	> 2	100	0,006	1,4	> 2	100
2013	0,008	1,5	> 2	100	0,007	1,5	> 2	100	0,007	1,3	> 2	100	0,007	1,3	> 2	100
2014	0,008	1,6	> 2	100	0,007	1,5	> 2	100	0,007	1,3	< 2	80	0,006	1,3	< 2	80
2015	0,008	1,7	> 2	100	0,007	1,7	> 2	100	0,007	1,3	> 2	100	0,007	1,3	> 2	100
2016	0,008	1,6	> 2	100	0,007	1,6	> 2	100	0,007	1,4	> 2	100	0,007	1,4	> 2	100
2017	0,008	1,7	> 2	100	0,007	1,7	> 2	100	0,007	1,5	< 2	80	0,007	1,4	> 2	100
2018	0,008	1,8	> 2	100	0,007	1,8	> 2	100	0,007	1,5	> 2	100	0,007	1,6	> 2	100
2019	0,009	1,8	> 2	100	0,007	1,7	> 2	100	0,007	1,8	> 2	100	0,007	1,8	> 2	100
2020	0,010	1,7	> 2	100	0,007	1,6	> 2	100	0,007	1,6	< 2	80	0,007	1,7	> 2	100
2021	0,010	1,6	> 2	100	0,008	1,5	> 2	100	0,008	1,9	< 2	80	0,008	1,8	> 2	100
2022	0,010	2,2	> 2	100	0,007	2,0	> 2	100	0,007	2,1	> 2	100	0,008	2,3	> 2	100
TRY 2015 ø	0,010	1,6	> 2	100	0,008	1,4	> 2	100	0,008	1,7	< 2	80	0,009	2,0	> 2	100
TRY 2045 ø	0,011	1,9	> 2	100	0,008	1,8	> 2	100	0,008	2,1	> 2	100	0,008	2,3	> 2	100
TRY 2045 M AX	0,011	2,1	> 2	100	0,007	1,9	> 2	100	0,007	2,3	< 2	80	0,007	2,4	> 2	100
TRY 2045 ø	0,009	1,9	> 2	100	0,009	1,7	> 2	100	0,009	2,4	> 2	100	0,008	2,3	> 2	100
TRY 2045 ø	0,011	2,1	> 2	100	0,009	1,8	> 2	100	0,009	2,4	> 2	100	0,009	2,5	< 2	80
Mittelwert	0,009	1,8		100	0,007	1,7		100	0,007	1,8		94	0,007	1,9		98
Orientierungswert	<0,04 5	< 12	≥ 2	70	<0,04 5	< 12	≥ 2	70	<0,04 5	< 12	≥ 2	70	<0,04 5	< 12	≥ 2	70
	sehr guter Zustand/ Potential				sehr guter Zustand/ Potential				guter, leitbildkonformer Zustand/ Potential				guter, leitbildkonformer Zustand/ Potential			
	Entspricht trophischem Referenzzustand				Entspricht nicht trophischem Referenzzustand				Genügt dem Referenzwert (70 Punkte)				Ist besser als Referenzwert			

\* Mächtigkeit der sauerstoffarmen Wasserschicht (< 2 mg / l) über dem Seeboden im Verhältnis zur Maximaltiefe

## 10.2 Bewertung des Untersuchungsgewässers entsprechend den Qualitätsmerkmalen der OGeW (2016)

Die auf der Grundlage der OGeW (2016) abgeleiteten Qualitätsmerkmale wurden bereits im Kapitel 3.2 thematisiert und werden in diesem Zusammenhang nochmals in der Tabelle 10.3 dargestellt.

Vorzugsweise ist der Seetyp 13 (Geschichteter Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet) als Referenzgewässer zugrunde zu legen, da Baggerseen in der Rheinebene ohne Fließgewässeranbindung eher einem See in der norddeutschen Tiefebene als im Mittelgebirgsbereich ähneln.

*Tabelle 10.3: Qualitätskomponenten nach OGeW (2016)*

Seetyp	Maximaler Trophiestatus	P-gesamt Saisonmittel [ $\mu\text{g/l}$ ]	Sichttiefe Saisonmittel [m]
		Grenzbereich gut/mäßig	
13 k	mesotroph 1 (1,75)	20-35	3,5- 2,5

Hinsichtlich dieser Kriterien weist das Untersuchungsgewässer in Abhängigkeit vom Betriebsstatus (in Auskiesung / Auskiesung eingestellt) deutliche Unterschiede auf (vgl. Tabelle 10.4 auf Seite 105). Bei den Varianten mit Auskiesungstätigkeit (Variantenprüfung 1):

- Vergleichszustand 1 ohne Solarnutzung und
- Planvariante 1 mit Solarnutzung (SPV-Anlage mit 14,9% Überdeckungsgrad)

beeinflusst die Auskiesungstätigkeit durch Freisetzung mineralischer Trübstoffe aus Schluffen und Tonen die Sichttiefe des Gewässers. Dadurch erhält der See nutzungsbedingt eine schlechtere Einstufung. Diese stellt aber nur eine zeitweilige, durch die Auskiesung verursachte Beeinträchtigung dar, die nach Beendigung der Auskiesung entfällt und nicht in Zusammenhang mit Beeinträchtigungen durch Algenmassenentwicklungen steht. Aus diesem Grunde kann dieses Merkmal während der Auskiesung nur eingeschränkt zur Gewässerbewertung herangezogen werden.

Bei den Varianten ohne Auskiesungstätigkeit (Variantenprüfung 2):

- Vergleichszustand 2 ohne Solarnutzung und
- Planvariante 2 mit Solarnutzung (SPV-Anlage mit 10,85% Überdeckungsgrad)

erfolgt keine Verminderung der Wassertransparenz durch die Kiesgewinnung. Entsprechend günstiger fällt die Bewertung aus, zumal die Solarnutzung keine Verminderung der Sichttiefe verursacht.

Tabelle 10.4: Bewertung der allgemeinen chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten nach OGewV (2016)

Modelljahr	Vergleichszustand 1		Planvariante 1		Vergleichszustand 2		Planvariante 2	
	gesamt P	Sichttiefe*	gesamt P	Sichttiefe*	gesamt P	Sichttiefe	gesamt P	Sichttiefe
	mg/L	m	mg/L	m	mg/L	m	mg/L	m
2009	0,006	1,88	0,007	1,87	0,007	3,69	0,007	3,72
2010	0,008	1,95	0,007	1,96	0,007	3,92	0,007	4,02
2011	0,007	1,97	0,006	1,98	0,006	3,88	0,006	4,03
2012	0,007	1,95	0,006	1,95	0,006	3,99	0,006	4,10
2013	0,008	1,92	0,007	1,92	0,007	3,93	0,007	4,04
2014	0,008	2,00	0,007	1,98	0,007	3,90	0,006	4,03
2015	0,008	1,97	0,007	1,97	0,007	4,00	0,007	4,13
2016	0,008	1,98	0,007	1,98	0,007	4,01	0,007	4,10
2017	0,008	1,97	0,007	1,98	0,007	4,05	0,007	4,14
2018	0,008	1,97	0,007	1,96	0,007	4,03	0,007	4,09
2019	0,009	1,94	0,007	1,96	0,007	4,08	0,007	4,14
2020	0,010	1,98	0,007	1,98	0,007	4,04	0,007	4,08
2021	0,010	1,97	0,008	1,94	0,008	3,96	0,008	4,02
2022	0,010	1,96	0,007	1,96	0,007	3,97	0,008	4,01
TRY 2015 ø	0,010	1,95	0,008	1,97	0,008	3,90	0,009	3,89
TRY 2045 ø	0,011	1,92	0,008	1,92	0,008	3,91	0,008	3,92
TRY 2045 MAX	0,011	1,97	0,007	1,96	0,007	3,96	0,007	4,00
TRY 2045 ø	0,009	1,94	0,009	1,94	0,009	3,89	0,008	3,96
TRY 2045 ø	0,011	1,92	0,009	1,94	0,009	3,85	0,009	3,92
Mittelwert (Jahr)	0,009	1,95	0,007	1,95	0,007	3,95	0,007	4,02
<b>Orientierungswerte der OGewV für die Seetypen 7 und 13k</b>								
Seetyp 13	≤ 0,035	> 2,5	≤ 0,035	> 2,5	≤ 0,035	> 2,5	≤ 0,035	> 2,5
		sehr guter Zustand/ Potential						

\* Die Qualitätskomponente Sichttiefe ist bei Gewässern in Auskiesung nur eingeschränkt nutzbar, da diese nicht ein Eutrophierungsmerkmal darstellt, sondern primär von der Freisetzung mineralischer Trübstoffe im Rahmen der Rohstoffgewinnung beeinflusst wird.

### 10.3 Zusammenfassende Bewertung der Maßnahmenauswirkungen für die einzelnen Qualitätskomponenten

*Tabelle 10.5: Beurteilung der Maßnahmenauswirkungen nach EU-WRRL*

<b>Gegenstand</b>	<b>Beurteilung</b>
Biologische Qualitätskomponenten	Aufgrund der geringen Vorhabensauswirkungen für die im Modell berechneten allgemeinen physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten ist auch von geringen Beeinflussungen der biologischen Qualitätskomponenten auszugehen.
Chemische Qualitätskomponenten	<p>In der Anlage werden für die Schwimmkörper Kunststoffe aus High-Density Polyethylen (HDPE/ PE-HD) benutzt. Diese gelten als lebensmittelecht und werden auch bei der Trinkwassergewinnung/Aufbereitung eingesetzt. Sie gelten als unbedenklich. Insofern lassen sich hieraus keine Belastungen ableiten.</p> <p>Bei den Metallgestellen kommen unterschiedliche Legierungen in Frage. Der Hersteller (Zimmermann PV-Floating) geht für die gesamte Anlage von einer Freisetzung je ha Anlage von ca. 1,5 kg/J*ha Zink aus. Die OGeV gibt als Zinkkonzentration im Sediment einen Wert von 800 mg/kg an, der nicht überschritten werden soll. Die Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV; Anlage 1, Tabelle 3) legt für Baggergut mit der Bodenart Lehm/Schluff als Hintergrundbelastung (BG-0) einen Wert von 150 mg/kg TS fest, der nicht überschritten werden sollte. In Bezug auf die Seefläche von 93,3 ha und einem Betrieb der Anlage von 30 Jahren ist mit einer mittleren autochthonen Sedimentbildungsrate von 10 bis 20 cm zu rechnen (vgl. BOOS 1998). Die Sedimentbildungsrate aus Feinmaterialablagerungen der Kieswäsche und damit der diesbezügliche Verdünnungseffekt in Auskiesung ist deutlich höher, soll aber hier nicht berücksichtigt werden.</p> <p>In dieser aus natürlichen Seebildungsprozessen gebildeten Sedimentauflage mischt sich das eluierte Zink bei. Bei 93,3 ha oder 933.000 m<sup>2</sup> Seefläche und einer Sedimentmächtigkeit aus Neubildung von 0,15 m ergibt sich bei einer Lagerungsdichte von 1,3 t/m<sup>3</sup> eine Menge von 181.935 t, die sich über 30 Jahre bildet. Nach Umrechnung der Einheiten ergibt sich damit eine mittlere Sedimentkonzentration von 3,25 mg/kg TS Zink für die Planvariante 1. Bei der Planvariante 2 mit einer identischen Flächenbelegung (13,9 ha) und einer Seefläche von 128 ha verringert sich der Wert entsprechend auf 2,37 mg/kg. Folglich entsteht bei keiner der Varianten eine Belastung des Sediments durch Zinkfreisetzung, wenn man diese Werte zur maximalen Hintergrundbelastung von 150 mg/kg TS in Beziehung setzt. Für die Planvariante 1 ergeben sich aufgrund der um ein Vielfaches höheren Sedimentbildungsrate durch auskiesungsbedingte Feinmaterialumlagerung noch ein deutlich höheres Verdünnungspotential und damit erheblich geringere Konzentrationswerte.</p>

### *Zusammenfassende Darstellung der Vorhabensauswirkungen*

<p>Hydromorphologische Qualitätskomponenten</p>	<p>Die Uferform nimmt eine maßgebliche Rolle bei der hydromorphologischen Bewertung von Untersuchungsgewässern ein. Verschattungseffekte, welche zu einer Beeinträchtigung der Unterwasservegetation führen können, sind auf Tiefenbereiche beschränkt, die ca. der 2,5-fachen Sichttiefe entsprechen. Bei einer für den Vergleichszustand 1 und die Planvariante 1 prognostizierten Sichttiefen von 1,95 m entspricht dies einem Tiefenbereich von 5 Metern Wassertiefe, der noch der trophogenen (durchlichteten) Zone zuzuordnen ist und Wasserpflanzenbestände (Makrophyten) aufweisen kann.</p> <p>Bei dem Vergleichszustand 2 und der Planvariante 2 ohne Auskiesungstätigkeit wird eine mittlere Sichttiefe von ca. 4 m erreicht. Die belichtete Zone dehnt sich dann auf 10 m</p> <p>Bei einer Uferneigung von 1:2,5 wird ab einer Uferentfernung von ca. 12,5 Metern eine Wassertiefe von mehr als 5 Metern erreicht, so dass sich hier für Vergleichszustand 1 und Planvariante 1 keine Beschattungseffekte mehr auswirken können.</p> <p>Für den Vergleichszustand 2 sowie die Planvariante 2 ohne Auskiesungstätigkeit, bei deutlich höheren Sichttiefenwerten von ca. 4m und einer trophogenen Zone von 10 m wird der von Unterwasservegetation weitgehend freie Bereich in einer Uferentfernung von 25 m erreicht.</p> <p>Im Rahmen des Vorhabens ist eine Mindestentfernung der Anlage zum Ufer von 40 m vorgesehen, so dass diesbezügliche vorhabenbedingte Effekte auf die Uferbereiche (Seelitoral) auszuschließen sind.</p>
<p>Allgemeine chemisch-physikalische Qualitätskomponenten</p>	<p>Aufgrund der geringen Vorhabensauswirkungen in Bezug auf die im Modell ermittelten allgemeinen chemisch-physikalische Qualitätskomponenten ergeben sich bezüglich dieser Parameter keine negativen Veränderungen der Wasserbeschaffenheit. Dies gilt insbesondere für den Temperatur-, Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt sowie die Algenentwicklung.</p>

## 11 Zusammenfassung

Auf dem Baggersee der KBI Kieswerk und Baustoff-Industrie Kern GmbH & Co. KG in Iffezheim wird die Installation und der Betrieb einer schwimmenden Photovoltaik (SPV)-Anlage geplant. Der vorliegende Bericht erarbeitet die erforderlichen limnologischen und gewässerökologischen Unterlagen für die Genehmigungsprüfung zu Erstellung und Betrieb dieser Anlage.

Zu diesem Zweck wurden Modellsimulationen für zwei Vergleichszustände und zwei Planvarianten mit den Kennwerten des Istzustandes (Vergleichszustand 1 und Planvariante 1) einerseits sowie mit den Kennwerten des Genehmigungszustandes (Vergleichszustand 2 und Planvariante 2) andererseits durchgeführt. Im Gewässer wird derzeit noch mit einem Schwimmbagger Kies abgebaut. Nach Abschluss der genehmigten Abgrabung wird der See das in der Tabelle 11.1 angegebene Flächen- und Volumenausmaß angenommen haben.

Die geplante SPV-Anlage wird eine Fläche von 13,9 ha einnehmen und damit im Istzustand 14,9% (Planvariante 1) und im Genehmigungszustand 10,85% (Planvariante 2) des Sees überdecken.

**Tabelle 11.1: Vergleichszustände und Planvarianten**

	Kiesgewinnung	Solarnutzung	Seesohle [m. NHN]	Volumen [Mio.m <sup>3</sup> ]	Fläche [ha]	Ausdehnung SPV-Anlage [ha]	Anteil Seeüberdeckung [%]
Istzustand= Vergleichszustand 1	ja	nein	73	20,11	93,3	/	/
Genehmigungszustand= Vergleichszustand 2	nein	nein	71	34,8	128,1	/	/
Planvariante 1	ja	ja	73	20,11	93,3	13,9	14,9%
Planvariante 2	nein	ja	71	34,8	128,1	13,9	10,85%

Zur Bewertung des aktuellen Gewässerzustandes und der maßnahmenbedingten Auswirkungen für die Gewässergüte wurde auf die Angaben des Kiesleitfadens (LfU 2004) bzw. des diesbezüglich weitgehend deckungsgleichen Methodenhandbuchs (LfU 2005) sowie der OGeV (2016) zurückgegriffen. Als Orientierungswerte dienten die Kenngrößen für einen mesotrophen Status. Die Beurteilung der Cyanobakterien Problematik beruht auf den Empfehlungswerten des UBA (2015).

Der Wasserhaushalt des Sees wird durch das aus nordwestlicher Richtung mit einem mittleren Gefälle von 0,71 ‰ (Istzustand) bzw. 0,73 ‰ (Genehmigungszustand) zuströmende Grundwasser bestimmt. Die Grundwasserverweilzeit im See beträgt 6,5 Jahre im Istzustand und 9,7 Jahre im Genehmigungszustand.

Temperaturhaushalt und Gewässerschichtung sind gegenwärtig durch die Auskiesungstätigkeit deutlich geprägt. Die thermische Schichtung im Sommer wird durch den betriebsbedingten Energieeintrag abgeschwächt, und im Winter zirkuliert der See vollständig. Die Sauerstoffversorgung des Seewassers ist auch in den Stagnationsphasen hoch. Der Orientierungswert für einen mesotrophen Status (maximale Ausdehnung der sauerstoffarmen Schicht 10-30 % der Gewässertiefe) wird stets erreicht. Für die elektrische Leitfähigkeit als Indikator für die Menge der im Wasser gelösten Ionen wurden mittlere, der geogenen

Grundbelastung des Naturraums entsprechende Werte gemessen. Die Messwerte Sulfat, Chlorid, Hydrogenkarbonat, Calcium, Magnesium, Silicium, Kalium und Natrium verweisen weder im Hinblick auf die absoluten Konzentrationen noch bezüglich des tiefendifferenzierten Verteilungsmusters auf Gütedefizite im Untersuchungsgewässer.

Die derzeitigen Nährstoffgehalte des Seewassers sind sehr gering und indizieren einen nährstoffarmen Zustand im mesotrophen oder oligotrophen Bereich. Auch die Stickstoffkonzentrationen im Seewasser erreichten niedrige Werte. Gleiches gilt für die Gehalte des organischen Kohlenstoffs und die Chlorophyll-a Werte als Kenngrößen zur Darstellung der Algenentwicklung. Die Sichttiefenwerte werden derzeit durch den vom Baggerbetrieb verursachten Eintrag mineralischer Trübung vermindert und können nicht als Trophieindikator dienen. Die Biomasseanteile und Nährstoffgehalte im Sediment entsprachen einem mittleren Belastungsniveau.

Insgesamt ist der gegenwärtige Gewässerzustand als gut zu bezeichnen.

Durch die Installation einer SPV-Anlage auf Seen ist mit Veränderungen zahlreicher Faktoren zu rechnen, die in drei Faktorenkomplexe gegliedert werden können. Unmittelbare und auch die stärksten Beeinflussungen ergeben sich durch Veränderungen der meteorologischen Wirkgrößen (= Faktorenkomplex 1): Globalstrahlung (Abschwächung durch SPV-Anlage), langwellige Rückstrahlung (Verstärkung), Windgeschwindigkeit (Abschwächung), Lufttemperatur (Verstärkung) und Dampfdruck (Verstärkung).

Einzelne Einflussfaktoren können die Auswirkungen anderer Einflussfaktoren abschwächen. So wird z.B. die Verringerung der Zirkulationsintensität infolge der stärkeren Windabschattung teilweise (oder auch ganz) durch den verminderten Wärmeeintrag (Globalstrahlung) und die damit verbundene Abnahme der Schichtungsstabilität kompensiert. Weitere maßnahmenverursachte Beeinflussungen der Wasserqualität können durch Freisetzung von Stoffen aus den Schwimmkörpern und den Solarmodulen, Antifouling oder Eintrag von Mikroplastik entstehen (Faktorenkomplex 2). Durch mittelbare bau-, anlagen- und betriebsbedingte Effekte sind Auswirkungen auf die Seewasserbeschaffenheit, das Besiedlungsbild und ggf. die Lebensraumtypen möglich (Faktorenkomplex 3). Dazu gehören unter anderem Veränderung des Sauerstoffaustauschs zwischen Seeoberfläche und Wasserkörper durch die Überdeckung, Beeinträchtigungen der Sediment- und Besiedlungsstruktur durch Verankerungssysteme (Schwoikreise) oder auch eine Beeinflussung der Emergenz von Insektenlarven (Chironomiden).

In Abhängigkeit von der jeweiligen morphologischen Ausgestaltung, der hydraulischen Anbindung oder dem Betriebsstatus der Baggerseen entstehen unterschiedlich starke Auswirkungen durch die Installation von SPV-Anlagen. Die höchste Empfindlichkeit ist bei flachen, grundwasserdominierten Seen ohne Auskiesungstätigkeit zu erwarten. Eine sehr geringe Empfindlichkeit weisen hingegen betriebene, grundwasserangebundene Baggerseen mit einer Wassertiefe von deutlich mehr als 10 m und ohne Fließgewässerzufluss auf, wie sie dem Typus des Untersuchungsgewässers entsprechen.

Bei der allgemeinen Darstellung und Quantifizierung maßnahmenverursachter Effekte im Rahmen einer Literaturlauswertung wurde die gesichtete Literatur in drei Kategorien gefasst:

1. Empirische Studien an bestehenden Gewässern mit Messungen der von SPV-Anlagen ausgehenden Effekte.
2. Modellstudien zu den erwartbaren Auswirkungen von SPV-Anlagen auf der Grundlage mathematischer Verfahren.

3. Eine Kombination von empirischen Erhebungen und Modellberechnungen (im Folgenden: Kombinationsstudien), die eine Modell-Kalibrierung ermöglichen, um mittels des validierten Modells übertragbare Aussagen für unterschiedliche Seen mit verschiedenen Nutzungsintensitäten (Ausbaustufen) machen zu können.

Voruntersuchungen zur Wasserbeschaffenheit und ein begleitendes Monitoring zu vorhabenbedingten Einflüssen von SPV-Anlagen auf die Seewasserqualität sind derzeit noch eher die Ausnahme. Die im Folgenden zusammengefassten Angaben zu möglichen Erheblichkeitsschwellen werden häufig durch die zufällig gewählte Flächenausdehnung des jeweiligen Vorhabens bestimmt.

Aus der gesichteten Literatur können Erheblichkeitsschwellen in Bezug auf die Nutzung von SPV-Anlagen in Baggerseen für einen Überdeckungsgrad zwischen 25-40 % abgeleitet werden. Beeinträchtigungen des Sauerstoffhaushaltes und Belastungen durch Stofffreisetzung aus den Solarmodulen wurden bis zu Überdeckungsgraden von 30 % nicht ermittelt. Veränderungen des Nährstoffhaushaltes und des Entwicklungspotentials von Algen und Cyanobakterien sind erst bei einer Überdeckung von mehr als 40% zu erwarten.

Numerische Angaben zur Veränderung der meteorologischen Wirkgrößen unter den Solarpaneelen bewegen sich in Bezug auf die Globalstrahlung zwischen -73 und -97 %. Für den anlagenbedingten Rückgang der Windgeschwindigkeit findet sich Angaben zwischen -23 und -100 %. Generell ist davon auszugehen, dass die Temperatur des Seewassers infolge der verminderten Globalstrahlung abnimmt, während die Veränderung der langwelligen Strahlung, der Windgeschwindigkeit und des Dampfdrucks unter den Solarpaneelen eine Zunahme der Wassertemperatur bewirken. Für das Zirkulationsverhalten gilt entsprechend, dass der verminderte Wärmeeintrag durch die reduzierte Globalstrahlung die Schichtungsstabilität vermindert und das Zirkulationsverhalten intensiviert, im Gegenzug aber die maßnahmenbedingten Veränderungen der drei andern Wirkgrößen die Schichtungsstabilität wiederum erhöhen und die Zirkulation des Wasserkörpers abschwächen.

Zur Darstellung der maßnahmenverursachten Auswirkungen auf die Wasserqualität des Baggersees wurde eine Prognose der Qualitätsparameter Temperaturhaushalt und Zirkulationsverhalten, Sauerstoffhaushalt, Phosphor, Algenentwicklung, Cyanobakterienaufkommen, Sichttiefe sowie Seeverdunstung und Wasserhaushalt in Bezug auf einen für das Planvorhaben repräsentativen Betrachtungszeitraum durchgeführt. Die Modellsimulation des Temperaturhaushaltes und Zirkulationsverhaltens erfolgte mit dem 1-D hydrodynamischen Modell DYRESM (Dynamic Reservoir Simulation Model), das für die Prognose der Wasserqualität mit dem Programm CAEDYM gekoppelt wurde. Die Grundlage für den Antrieb des Modells bildeten die meteorologischen Daten des Klimareferenzzeitraums einschließlich der durch Überdeckung mit Solarpaneelen entstehende Veränderung der meteorologischen Wirkgrößen, die hydraulischen Kennwert des Untersuchungsgewässers, die externen Stoffeinträge in den See durch den Grundwasserzufluss, die Sauerstoffzehrung des Seesediments und die Auswirkungen des Auskiesungsbetriebs.

Der Klimareferenzzeitraum umfasste einen historischen Referenzzeitraum auf Basis von Daten der DWD-Messstelle Rheinstetten mit den Klimareferenzwerten der Jahre 2009 bis 2022 und einen Zukunftsreferenzzeitraum, der die mit der Klimaveränderung einhergehende Erwärmung berücksichtigt und auf den Test-Referenz-Jahren (TRY) 2015 und 2045 des DWD fußt. Damit ist eine Übertragbarkeit der Daten auch auf einen längeren Zeitraum, zum Beispiel den der Anlagenlaufzeit (mindestens 30 Jahre) möglich. Zumal die Zukunftsreferenzdaten des Jahres TRY 2045 sich auf die Zeitspanne 2030-2060 beziehen.

Modellläufe zur Ermittlung von güterelevanten Auswirkungen der SPV-Anlage wurden für die oben beschriebenen beiden Planvarianten und für zwei Vergleichszustände ohne Solarnutzung durchgeführt:

- Vergleichszustand 1: Morphologische Kennwerte wie im Istzustand bei laufender Auskiesung (entspricht Planvariante 1)
- Vergleichszustand 2: Morphologische Kennwerte wie im Genehmigungszustand nach abgeschlossener Auskiesung (entspricht Planvariante 2)

Die beiden Vergleichszustände simulieren die Entwicklung des Baggersees im Verlauf eines repräsentativen Prognosezeitraums ohne Solarnutzung und dienen zur Erstellung von Bezugsgrößen für die Bewertung vorhabensverursachten Auswirkungen. Demnach ergeben sich zwei Variantenprüfungen:

- Variantenprüfung 1: Veränderungen durch die Umsetzung der Planvariante 1 in Bezug auf den Vergleichszustand 1
- Variantenprüfung 2: Veränderungen durch die Umsetzung der Planvariante 2 in Bezug auf den Vergleichszustand 2

Als Ergebnis der beiden Variantenprüfungen ist festzustellen, dass für keinen der untersuchten Parameter relevante vorhabensbedingte Verschlechterungen der Gewässerqualität im Modell ausgewiesen wurden. Von nennenswerten Veränderungen infolge des Klimawandels ist ebenfalls nicht auszugehen.

Auch nach dem Ende der Auskiesung wird der See sowohl bei Solarnutzung als auch ohne diese vollständig zirkulieren. Die geringe Nährstoffbelastung des Sees und der niedrige Trophiestatus bleiben erhalten, so dass mit einem güterelevanten Anstieg des derzeit schwachen Besiedlungspotentials für Algen und Cyanobakterien nicht zu rechnen ist.

Während der Auskiesung bleiben die Sichttiefenwerte infolge des Eintrags mineralischer Feinmaterialien auch nach der Teilüberdeckung mit Solarmodulen gering. Nach Stilllegung des Baggersees werden sich hohe Sichttiefenwerte einstellen, die durch die Umsetzung der Planvariante 2 keine Einschränkung erfahren.

Die seetypische Verdunstung über die Seefläche wird infolge der Teilüberdeckung zurückgehen. Dies verursacht eine Erhöhung der Grundwasserneubildung und ist als positiver Effekt, insbesondere im Hinblick auf die künftige Erwärmung durch den Klimawandel, anzusehen.

Eine Bewertung der Maßnahmenauswirkungen nach EU-WRRL ergab unter Bezug auf die biologischen und die allgemeinen chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten nach OGewV (2016) einen leitbildkonformen Zustand für alle untersuchten Varianten. Beeinträchtigungen der chemischen Qualitätskomponenten entstehen durch die zum Anlagenbau verwendeten Materialien nicht. Auch die hydromorphologischen Qualitätskomponenten werden nicht negativ beeinflusst, da die Mindestentfernung der Anlage vom Ufer 40 m beträgt, so dass aufgrund der hohen Wassertiefe unter der Anlage Beeinträchtigung der Unterwasservegetation durch Verschattungseffekte auszuschließen sind.

## 12 Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 2.1: DARSTELLUNG DER SCHWIMMENDEN PV-ANLAGE AUF DEM UNTERSUCHUNGSGEWÄSSER (ABBILDUNGSGRUNDLAGE ARGUPLAN 17.4.23) .....	5
ABBILDUNG 4.1: FLÄCHENKURVEN IM ISTZUSTAND UND NACH ABSCHLUSS DER AUSKIESUNG (GENEHMIGUNGSZUSTAND) .....	10
ABBILDUNG 4.2: VOLUMENKURVEN IM ISTZUSTAND UND NACH ABSCHLUSS DER AUSKIESUNG (GENEHMIGUNGSZUSTAND) .....	11
ABBILDUNG 4.3: GRUNDWASSERGLEICHEN IM ISTZUSTAND UND IM GENEHMIGUNGSZUSTAND.....	12
ABBILDUNG 5.1: TIEFENPROFILE DER WASSERTEMPERATUR .....	16
ABBILDUNG 5.2: TIEFENPROFILE DER SAUERSTOFFGEHALTE .....	17
ABBILDUNG 5.3: TIEFENPROFILE DER ELEKTRISCHEN LEITFÄHIGKEIT.....	18
ABBILDUNG 6.1: VERÄNDERUNG DER WASSERTEMPERATUR UND GEWÄSSERSCHICHTUNG DURCH SOLARMODULE (ABB. AUS EXLEY ET AL. 2021) .....	25
ABBILDUNG 6.2: AUSBREITUNG DER GEWÄSSERTRÜBUNG IN EINEM BAGGERSEE DER OBERRHEINEBENE (FOTO BOOS) 27	
ABBILDUNG 6.3: UNTERSUCHUNG DER VORHABENAUSWIRKUNGEN AM BOMHOFSPLAS SEE IN ZWOLLE (DE LIMA ET AL. 2021). .....	28
ABBILDUNG 6.4: TEICHLINSENÜBERDECKUNGEN AN DER UNTEREN GROOV (BILDVORLAGE GOOGLE) .....	28
ABBILDUNG 6.5: DIREKTER AUSWIRKUNGSBEREICH DER BAGGERTÄTIGKEIT IN EINEM BAGGERSEE .....	29
ABBILDUNG 6.6: VERTEILUNG MINERALISCHER TRÜBUNG IM PETERSEE BEI ACHERN DURCH AUSGLEICHSTRÖMUNGEN ÜBER DEN UNMITTELBAREN EINWIRKUNGSBEREICH HINAUS (LUFTBILD BOOS 2006).....	30
ABBILDUNG 6.7: SCHWIMMENDE PHOTOVOLTAIK-ANLAGE AUF DEM TENGEH RESERVOIR IN SINGAPUR (BILD: YANG ET AL. 2022).....	38
ABBILDUNG 6.8: AUSWIRKUNGEN AUF DIE TEMPERATURWERTE DURCH SOLARFLÖßE (YANG ET AL. 2021) .....	39
ABBILDUNG 7.1: ABHÄNGIGKEIT DES SAUERSTOFFHAUSHALTES VON DEN EINZELKOMPARTIMENTEN (ABB. AUS HIPSEY ET AL. 2006).....	45
ABBILDUNG 7.2: BEPROBTE GRUNDWASSERMESSSTELLEN .....	50
ABBILDUNG 7.3: VERLAUF DER O <sub>2</sub> -ZEHRUNGSRATEN BEI UNTERSCHIEDLICHEM BEWUCHS (T 20°C) NACH TGL 27 885/04.....	53
ABBILDUNG 7.4: WASSERUMWÄLZUNG IM TAGESBETRIEB (12 H) .....	54
ABBILDUNG 7.5: TEMPERATURSIMULATION FÜR DEN VERGLEICHSZUSTAND 1 .....	56
ABBILDUNG 7.6: TEMPERATURWERTE DER SIMULATION DES VERGLEICHSZUSTANDES 1 IM EPILIMNION UND ÜBER GRUND.....	57
ABBILDUNG 7.7: FELDMESSUNGEN 2017 BIS 2020 IM VERGLEICH ZU DEN SIMULATIONSWERTEN DER TEMPERATUR IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	58
ABBILDUNG 7.8: SIMULATION DER SAUERSTOFFGEHALTE IM VERGLEICHSZUSTAND 1 .....	59
ABBILDUNG 7.9: SIMULATION DER SAUERSTOFFWERTE DES VERGLEICHSZUSTANDES 1 IM BEREICH VON 30 % UND 50 % DER MAXIMALEN WASSERTIEFE ÜBER GRUND .....	60
ABBILDUNG 7.10: FELDMESSUNG UND SIMULATION DER SAUERSTOFFWERTE 2020-2021 IM VERGLEICHSZUSTAND 161	
ABBILDUNG 7.11: PHOSPHORSIMULATION IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	62
ABBILDUNG 7.12: SIMULATION DER PHOSPHORGEHALTE DES VERGLEICHSZUSTANDES 1 IN DER TROPHOGENEN ZONE UNTER BEZUG AUF DIE LEITBILDKONFORMEN ORIENTIERUNGSWERTE.....	63
ABBILDUNG 7.13: FELDMESSUNG UND SIMULATION DER PHOSPHORGEHALTE IM VERGLEICHSZUSTAND 1 .....	64
ABBILDUNG 7.14: CHLOROPHYLL-A SIMULATION IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	65
ABBILDUNG 7.15: SIMULATION DER CHLOROPHYLL-A GEHALTE DES VERGLEICHSZUSTANDES 1 IN DER TROPHOGENEN ZONE UNTER BEZUG AUF DIE LEITBILDKONFORMEN ORIENTIERUNGSWERTE.....	66
ABBILDUNG 7.16: FELDMESSUNG UND SIMULATION DER CHLOROPHYLL-A GEHALTE IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	67

ABBILDUNG 7.17: SIMULATION DER CYANOBAKTERIENDICHTE DES VERGLEICHSZUSTANDES 1 IN DER TROPHOGENEN ZONE (WT=0-5 M) .....	68
ABBILDUNG 7.18: TRÜBUNGSSIMULATION UNTER BEZUG AUF DIE KENNWERTE DES VERGLEICHSZUSTANDES 1 .....	69
ABBILDUNG 7.19: SIMULATION DER SICHTTIEFENWERTE IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	70
ABBILDUNG 7.20: FELDMESSUNG UND SIMULATION DER EXTINKTION (1/M) IM VERGLEICHSZUSTAND 1.....	71
ABBILDUNG 7.21: VERDUNSTUNG UND NIEDERSCHLAG IM VERGLEICHSZUSTAND 1 .....	71
ABBILDUNG 7.22: TEMPERATURSIMULATION DER VARIANTENPRÜFUNG 1 (TAGESWERTE) .....	73
ABBILDUNG 7.23: TEMPERATURWERTE DER VARIANTENPRÜFUNG 1 IN UNTERSCHIEDLICHEN TIEFENSTUFEN .....	74
ABBILDUNG 7.24: SAUERSTOFFSIMULATION DER VARIANTENPRÜFUNG 1 (TAGESWERTE) .....	75
ABBILDUNG 7.25: SAUERSTOFFWERTE DER VARIANTENPRÜFUNG 1 IM EPILIMNION (3 M WASSERTIEFE) .....	76
ABBILDUNG 7.26: SAUERSTOFFWERTE DER VARIANTENPRÜFUNG 1 IM HYPOLIMNION.....	77
ABBILDUNG 7.27: PHOSPHORSIMULATION DER VARIANTENPRÜFUNG 1.....	78
ABBILDUNG 7.28: PHOSPHORGEHALTE IM EPILIMNION (3 M WT) FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 1 UNTER BEZUG AUF DIE LEITBILDKONFORMEN ORIENTIERUNGSWERTE.....	79
ABBILDUNG 7.29: CHLOROPHYLL-A SIMULATION DER VARIANTENPRÜFUNG 1.....	80
ABBILDUNG 7.30: CHLOROPHYLL-A GEHALTE IN DER TROPHOGENEN ZONE (WT=0-8 M) FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 1 UNTER BEZUG AUF DEN OLIGOTROPHEN ORIENTIERUNGSWERT .....	81
ABBILDUNG 7.31: SIMULATION DER CYANOBAKTERIENDICHTE IN DER TROPHOGENEN ZONE (WT=0-8 M) IN DER VARIANTENPRÜFUNG 1 .....	82
ABBILDUNG 7.32: SIMULATION DER SICHTTIEFENWERTE IN DER VARIANTENPRÜFUNG 1.....	83
ABBILDUNG 7.33: VERDUNSTUNG UND NIEDERSCHLAG IN DER VARIANTENPRÜFUNG 1 .....	84
ABBILDUNG 7.34: TEMPERATURSIMULATIONEN DER VARIANTENPRÜFUNG 2 (TAGESWERTE) .....	86
ABBILDUNG 7.35: TEMPERATURWERTE DER VARIANTENPRÜFUNG 2 IM EPILIMNION (3 M WT) .....	86
ABBILDUNG 7.36: SAUERSTOFFSIMULATION DER VARIANTENPRÜFUNG 2 (TAGESWERTE) .....	88
ABBILDUNG 7.37: SAUERSTOFFWERTE DER VARIANTENPRÜFUNG 2 IM EPILIMNION (3 M WT) .....	89
ABBILDUNG 7.38: SAUERSTOFFWERTE DER VARIANTENPRÜFUNG 2 IN 29,6 M WT (=30% DER MAXIMALEN WASSERTIEFE ÜBER GRUND) .....	90
ABBILDUNG 7.39: PHOSPHORSIMULATION DER VARIANTENPRÜFUNG 2.....	91
ABBILDUNG 7.40: SIMULATION DER PHOSPHORGEHALTE IM EPILIMNION (3 M WT) FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 2 UNTER BEZUG AUF DIE LEITBILDKONFORMEN ORIENTIERUNGSWERTE.....	92
ABBILDUNG 7.41: CHLOROPHYLL-A SIMULATION DER VARIANTENPRÜFUNG 2.....	93
ABBILDUNG 7.42: CHLOROPHYLL-A GEHALTE DER TROPHOGENEN ZONE (WT=0-8 M) FÜR VARIANTENPRÜFUNG 2 ....	93
ABBILDUNG 7.43: SIMULATION DER CYANOBAKTERIENDICHTE IN DER TROPHOGENEN ZONE (WT=0-8 M) IN DER VARIANTENPRÜFUNG 2 .....	95
ABBILDUNG 7.44: SIMULATION DER SICHTTIEFENWERTE IN DER VARIANTENPRÜFUNG 2.....	96
ABBILDUNG 7.45: VERDUNSTUNG UND NIEDERSCHLAG IN DER VARIANTENPRÜFUNG 1 & 2.....	97
ABBILDUNG 10.1: SCHEMA ZUR BEURTEILUNG DES BETRIEBENEN ABGRABUNGSGEWÄSSERS NACH EU-WRRL .....	101

## 13 Tabellenverzeichnis

TABELLE 2.1: MORPHOLOGISCHE KENNWERTE DES BAGGERSEES UND ÜBERDECKUNGSGRAD DURCH DIE SPV-ANLAGE	5
TABELLE 3.1: QUALITÄTSKOMPONENTEN NACH LFU (2004) UND LFU (2005)	7
TABELLE 3.2: QUALITÄTSKOMPONENTEN NACH OGEV (2016)	8
TABELLE 3.3: WARNSTUFEN DES UBA (2015) ZUR BEURTEILUNG DER BLAUALGENENTWICKLUNG IN BADEGEWÄSSERN	9
TABELLE 4.1: MORPHOLOGISCHE KENNWERTE DES BAGGERSEES	10
TABELLE 4.2: GRUNDWASSERGEFÄLLE IM UNTERSUCHUNGSGEBIET	12
TABELLE 4.3: DURCHLÄSSIGKEITSBEIWERTE UND POROSITÄT	12
TABELLE 4.4: WASSERVERWEILZEITEN DES BAGGERSEES AUF BASIS HYDRAULISCHER KENNWERTE (STATIONÄR)	13
TABELLE 4.5: GRUNDWASSERZUSTROM UND WASSERVERWEILZEIT	14
TABELLE 5.1: DATENERHEBUNGEN ZUM GEWÄSSERZUSTAND DES BAGGERSEES	15
TABELLE 5.2: VERTEILUNG AUSGESUCHTER IONEN IM SEEWASSER	19
TABELLE 5.3: PHOSPHORGEHALTE IM SEEWASSER	21
TABELLE 5.4: STICKSTOFFGEHALTE IM SEEWASSER	21
TABELLE 5.5: WEITERE INDIKATORWERTE DES NÄHRSTOFFHAUSHALTES IM SEE	22
TABELLE 5.6: NÄHRSTOFFGEHALTE IM SEDIMENT DES BAGGERSEES	22
TABELLE 5.7: ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DES GEWÄSSERZUSTANDES	23
TABELLE 6.1: VORHABENSBEDINGTE BEEINFLUSSUNG METEOROLOGISCHER WIRKGRÖßEN	26
TABELLE 6.2: VERÄNDERUNG VON BESCHAFFENHEITSKENNWERTEN BEI TEILWEISER ÜBERDECKUNG MIT TEICHLINSEN	29
TABELLE 6.3: EMPFINDLICHKEIT UNTERSCHIEDLICHER BAGGERSEETYPEN GEGENÜBER DER INSTALLATION EINER SPV-ANLAGE	31
TABELLE 6.4: AUSWERTUNG EINER LITERATURQUELLE (BEISPIEL)	33
TABELLE 6.5: GEGENÜBERSTELLUNG DES WÄRMEHAUSHALTES DER OFFENEN UND DER DURCH SOLARFLÖßE ÜBERDECKTEN WASSERFLÄCHE IM TENGEH RESERVOIR (DATEN AUS YANG ET AL. 2021)	40
TABELLE 6.6: VERÄNDERUNG METEOROLOGISCHER WIRKGRÖßEN DURCH NATÜRLICHE ÜBERDECKUNG DER SEE-OBERFLÄCHE	41
TABELLE 6.7: VORHABENSBEDINGTE AUSWIRKUNGEN AUF DIE SEEWASSERBESCHAFFENHEIT (LITERATURANGABEN)	41
TABELLE 6.8: VORHABENSBEDINGTE BEEINFLUSSUNG METEOROLOGISCHER WIRKGRÖßEN (LITERATURANGABEN)	42
TABELLE 7.1: PROGNOSESZENARIEN	43
TABELLE 7.2: MODELLKONSTANTEN	45
TABELLE 7.3: KLIMAKENNWERTE DER MODELLJAHRE UND REFERENZZEITRÄUME	47
TABELLE 7.4: VORHABENS-AUSWIRKUNGEN AUF DIE WIRKGRÖßEN DES FAKTORENKOMPLEXES 1	48
TABELLE 7.5: VERÄNDERUNGEN DER METEOROLOGISCHEN WIRKGRÖßEN DURCH DIE SPV-ANLAGE (Ø 19 MODELLJAHRE)	49
TABELLE 7.6: HYDRAULISCHE ANBINDUNG DES SEES IN DEN BEIDEN UNTERSUCHTEN ZUSTÄNDEN	49
TABELLE 7.7: UNTERSUCHTE GRUNDWASSERMESSSTELLEN	50
TABELLE 7.8: CHEMISCH-PHYSIKALISCHE BESCHAFFENHEIT DES GRUNDWASSERS IM ZUSTROM DES UNTERSUCHUNGSGEWÄSSERS	51
TABELLE 7.9: BELASTUNGSKENNWERTE DES SEES DURCH DAS ZUSTRÖMENDE GRUNDWASSER	52
TABELLE 7.10: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIERTEN WASSERTemperaturen FÜR DEN VERGLEICHZUSTAND 1	58
TABELLE 7.11: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIERTEN SAUERSTOFFGEHALTE IN 15,5 M UND 21,7 M Wassertiefe FÜR DEN VERGLEICHZUSTAND 1	60

TABELLE 7.12: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN PHOSPHORGEHALTE DES VERGLEICHSZUSTANDES 1 IM EPILIMNION .....	63
TABELLE 7.13: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN CHLOROPHYLL-A WERTE FÜR DEN VERGLEICHSZUSTAND 1.....	66
TABELLE 7.14: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN SICHTTIEFENWERTE FÜR DEN VERGLEICHSZUSTAND 1.....	70
TABELLE 7.15: NIEDERSCHLAG, VERDUNSTUNG UND GRUNDWASSERNEUBILDUNG IM VERGLEICHSZUSTAND 1 .....	72
TABELLE 7.16: BEURTEILUNG DER MODELLGENAUIGKEIT IN BEZUG AUF DIE EINZELNEN GÜTEPARAMETER .....	72
TABELLE 7.17: KENNWERTE VON VERGLEICHSZUSTAND 1 UND PLANVARIANTE 1 (VARIANTENPRÜFUNG 1).....	73
TABELLE 7.18: WASSERTEMPERATUREN IM EPILIMNION UND ÜBER GRUND FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 1 .....	74
TABELLE 7.19: SAUERSTOFFGEHALTE IM EPILIMNION (3 M WASSERTIEFE) FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 1.....	76
TABELLE 7.20: SAUERSTOFFGEHALTE IM HYPOLIMNION FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 1 .....	77
TABELLE 7.21: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN PHOSPHORGEHALTE DER VARIANTENPRÜFUNG 1 IM EPILIMNION .....	79
TABELLE 7.22: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN CHLOROPHYLL-A WERTE FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 1 .....	81
TABELLE 7.23: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN SICHTTIEFENWERTE FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 1 .....	83
TABELLE 7.24: NIEDERSCHLAG, VERDUNSTUNG UND GRUNDWASSERNEUBILDUNG IN DER VARIANTENPRÜFUNG 1 .....	84
TABELLE 7.25: KENNWERTE DER IN VARIANTENPRÜFUNG 2 UNTERSUCHTEN VARIANTEN.....	85
TABELLE 7.26: WASSERTEMPERATUREN IM EPILIMNION (3M TIEFE) UND ÜBER GRUND FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 2 .....	87
TABELLE 7.27: SAUERSTOFFGEHALTE IM EPILIMNION (3 M WASSERTIEFE) FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 2.....	89
TABELLE 7.28: SAUERSTOFFGEHALTE IM HYPOLIMNION (29,6 M WASSERTIEFE) FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 2 .....	90
TABELLE 7.29: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN PHOSPHORGEHALTE DER VARIANTENPRÜFUNG 2 IM EPILIMNION .....	92
TABELLE 7.30: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN CHLOROPHYLL-A WERTE FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 2 .....	94
TABELLE 7.31: STATISTISCHE LAGEPARAMETER DER PROGNOSTIZIEREN SICHTTIEFENWERTE FÜR DIE VARIANTENPRÜFUNG 2 .....	96
TABELLE 9.1: ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG VORHABENSBEDINGTER AUSWIRKUNGEN .....	99
TABELLE 10.1: QUALITÄTSKOMPONENTEN NACH LfU (2004) UND LfU (2005) .....	102
TABELLE 10.2: BEWERTUNG DER ALLGEMEINEN CHEMISCH-PHYSIKALISCHEN QUALITÄTSKOMPONENTEN NACH LfU (2004) UND LfU (2005).....	103
TABELLE 10.3: QUALITÄTSKOMPONENTEN NACH OGEWV (2016) .....	104
TABELLE 10.4: BEWERTUNG DER ALLGEMEINEN CHEMISCH-PHYSIKALISCHEN QUALITÄTSKOMPONENTEN NACH OGEWV (2016) .....	105
TABELLE 9.5: BEURTEILUNG DER MAßNAHMENAUSWIRKUNGEN NACH EU-WRRL .....	106
TABELLE 10.1: VERGLEICHSZUSTÄNDE UND PLANVARIANTEN .....	108

## 14 Literaturverzeichnis

- Bax V. et al. (2022): Floating photovoltaic pilot project at the Oostvoornse lake: Assessment of the water quality effects of three different system designs. Department of Technology, Water & Environment. Energy Reports 9 (2023) 1415–1425. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.12.080>
- Bertling, J. et al. (2018): Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik Umsicht (hrsg.), Oberhausen, Juni 2018)
- Boos, K.-J. (2022): Auswirkungen durch die Anlage und den Betrieb einer schwimmenden PV-Anlage auf dem Baggersee Langenbrücken (Fa. Philipp & Co. KG), unveröffentlichter Bericht
- Boos, K.-J. (2021): Limnologisches und hydrogeologisches Gutachten zur Bewertung der geothermischen Nutzung des Lichtenbroicher Baggersees), unveröffentlichter Bericht
- Boos, K.-J. (2008): Zustandsbeschreibung und Restaurierungsvorschläge für den Aalkistensee bei Maulbronn, unveröffentlichter Bericht, erstellt im Auftrag der BNL-Karlsruhe
- Chorus, I. et al. (2011): Oligotrophication of Lake Tegel and Schlachtensee, Berlin - Analysis of system components, causalities and response thresholds compared to responses of other waterbodies, UBA Texte 45/2011, <http://www.uba.de/uba-info-medien-e/4144.html>.
- De Lima, R.L.P et al. (2021): In-Situ Water Quality Observations under a Large-Scale Floating Solar Farm Using Sensors and Underwater Drones. Sustainability 2021, 13, 6421. <https://doi.org/10.3390/su13116421>
- ErsatzbaustoffV: Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke (Ersatzbaustoffverordnung), Version v. 13.7.2023
- Essak.L & A. Ghosh (2022): Floating Photovoltaics: A Review. Clean Technol. 2022, 4, 752–769. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol4030046>
- Exley, G. et al. (2021): Floating photovoltaics could mitigate climate change impacts on water body temperature and stratification. Solar Energy 219 (2021) 24–33
- Haas, J. et al. (2020): Floating photovoltaic plants: Ecological impacts versus hydropower T operation flexibility. *Energy Conversion and Management Volume 206*, 15 February 2020, 112414. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112414>
- Hipsey, M.R. et al. (2006): Computational Aquatic Ecosystem Dynamics Model: CAEDYM v2. v2.3 Science Manual. Centre for Water Research, University of Western Australia
- Hornung, R. (2002): Numerical Modelling of Stratification in Lake Constance with the 1-D hydrodynamic model DYRESM. Masters thesis. Universität Stuttgart
- Ilgen, K. (2021): Der Einfluss eines schwimmenden Solarkraftwerks auf die Thermik und Ökologie eines Baggersees. Masterarbeit im Fach Hydrologie der Universität Freiburg in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme.

- LAWA-AO (2017): Rakon VI Bewertung des ökologischen Potenzials- Seen. LAWA- Arbeitsprogramm Flussgebietsbewirtschaftung. Fortschreibung des Produktdatenblatts 2.6.1. Bund/ Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“
- Lewis, D.M. et al. (2001): Numerical simulation of surface mixers used for destratification of reservoirs, International Congress on Modelling and Simulation, MODSIM 2001, 311-317
- LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2004): Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft - Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaues von Kies und Sand, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 88), Karlsruhe, 104 S.
- LfU - Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2005): Methodenband - Bestandsaufnahme der WRRL in Baden-Württemberg
- LGRB (2001): Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (Hrsg.) Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser (Informationen 10), Freiburg
- Mathijssen, D. et al. (2020): Water Practice & Technology Vol 15 No 3. doi: 10.2166/wpt.2020.062. <http://iwaponline.com/wpt/article-pdf/15/3/807/745404/wpt0150807.pdf>
- Niemeyer, R. (1978): Hydrologische Untersuchungen an Baggerseen und Alternativen der Folgenutzung, Mitt. des Inst. f. Landwirtschaftl. Wasserbau der Univ. Bonn 1978
- Özkundakci, D. et al. (2011): Modelling the response of a highly eutrophic lake to reductions in external and internal nutrient loading, New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 45:2, 165-185, DOI: 10.1080/00288330.2010.548072
- OGewV (2016): Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern (Oberflächengewässerverordnung) vom 20. Juni 2016
- TGL 27 885/04 (1985): Fachbereichsstandart, Nutzung und Schutz der Gewässer, Stehende Binnengewässer – Wassergütebewirtschaftung wasserwirtschaftlicher Speicher, Leipzig: Verlag für Standardisierung, 6 S.
- TrinkwV (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV 2001)
- UBA (2015): Empfehlung zum Schutz von Badenden vor Cyanobakterien-Toxinen. Bundesgesundheitsbl 2015· 58: 908–920 DOI 10.1007/s00103-015-2192-8 Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015
- Yang, P et al. (2021): Radiation and energy budget dynamics associated with a floating photovoltaic system. Water Research 206 (2021) 117745
- Yang, P et al. (2022): Impacts of a floating photovoltaic system on temperature and water quality in a shallow tropical reservoir. Limnology (2022) 23:441–454 <https://doi.org/10.1007/s10201-022-00698-y>

**Auswirkungen durch die Anlage und den Betrieb  
einer schwimmenden PV-Anlage auf dem  
Baggersee Iffezheim der  
Kieswerk und Baustoff- Industrie Kern GmbH & Co. KG**

—

**Mögliche Effekte auf den vorkommenden Fisch- und  
Wasserpflanzenbestand**



angefertigt für die Firma

KBI Kieswerk und Baustoff- Industrie Kern GmbH & Co. KG

Badenerstr. 10  
76473 Iffezheim

angefertigt von

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





## **Inhalt**

<b>1. Veranlassung und Vorhabensbeschreibung</b>	<b>3</b>
<b>2. Grundlagen und Methoden</b>	<b>4</b>
2.1 Bearbeitung der Fischfauna	4
2.2 Bearbeitung Wasserpflanzen	5
<b>3. Allgemeine Beschreibung</b>	<b>6</b>
3.1 Limnologische Rahmenbedingungen	7
3.2 Schutzgebietskulisse	8
3.3 Zu erwartende Auswirkungen	9
<b>4. Ergebnisse</b>	<b>10</b>
4.1 Strukturen im Baggersee	10
4.2 Zum Fischbestand	11
4.3 Wasserpflanzenaufkommen	14
<b>5. Schutzgutbezogene Leitbilder/Zielsysteme</b>	<b>17</b>
<b>6. Bewertung des betroffenen Lebensraums</b>	<b>18</b>
6.1 Fische	18
6.2 Wasserpflanzen	16
<b>7. Vorbelastung</b>	<b>19</b>
<b>8. Auswirkungen des Vorhabens</b>	<b>20</b>
8.1 Einschätzung nach BGL (2023)	20
8.2 Einschätzung zum Einfluss auf die submerse Vegetation und den Fischbestand	19
<b>9. Maßnahmen zur Minimierung und Kompensation</b>	<b>23</b>
9.1 Minimierung	23
9.2 Wasserpflanzen	23
<b>9. Zusammenfassung</b>	<b>24</b>
<b>10. Literatur</b>	<b>25</b>
<b>11. Anhang</b>	<b>28</b>

# 1. Veranlassung und Vorhabensbeschreibung

Die Kieswerk- und Baustoff- Industrie Kern GmbH & Co. KG (KBI) plant die Installation einer schwimmenden Photovoltaik Anlage mit 13,9 ha Fläche auf dem Baggersee bei Iffezheim. Der vorliegende Bericht betrachtet die möglichen limnologischen und gewässerökologischen Veränderungen für den vorhandenen Fisch- und Wasserpflanzenbestand.

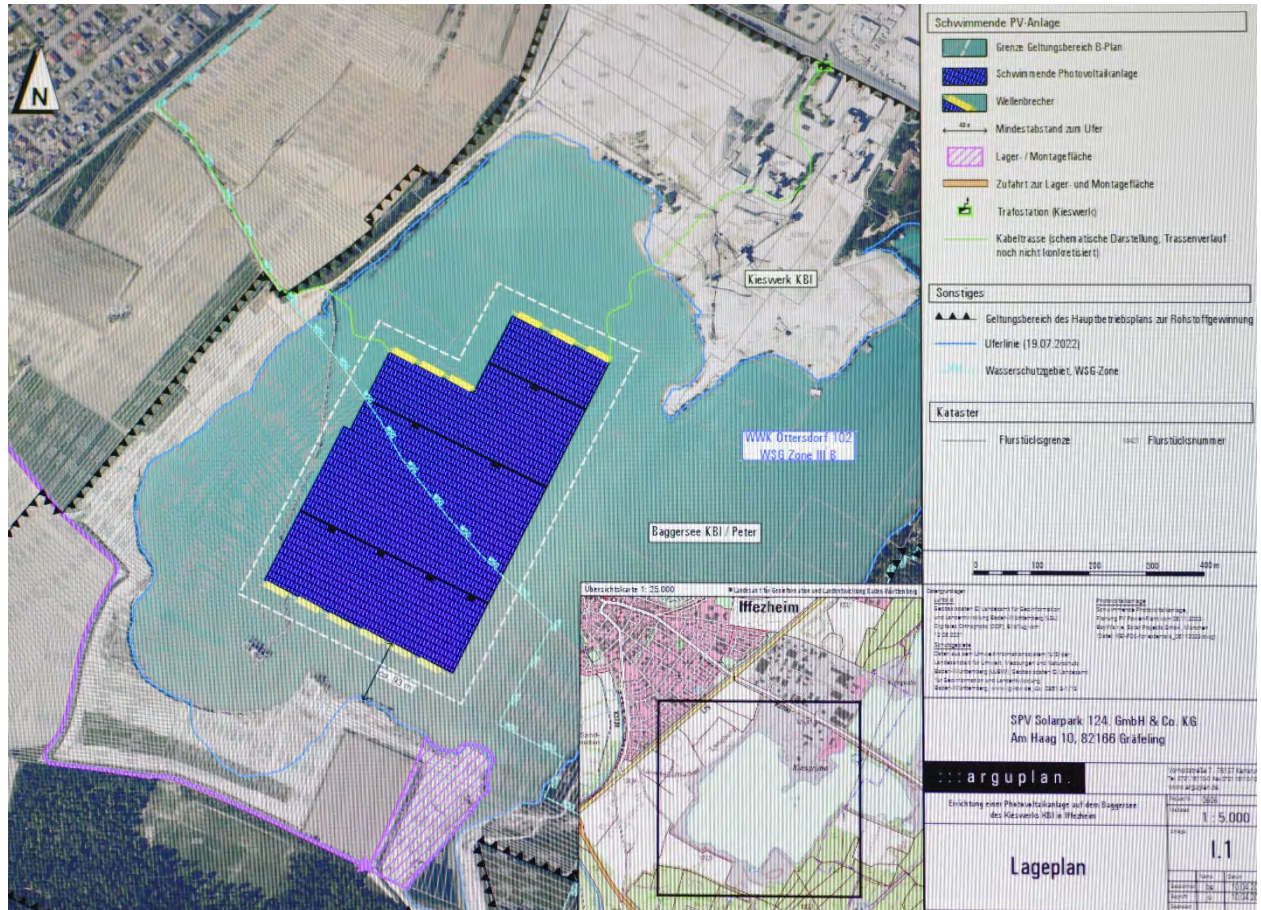


Abbildung 1: Lage der geplanten PV-Anlage (Quelle: arguplan GmbH)

Aktuell beträgt die Seefläche 93,3 ha und die maximale Tiefe 42,0 m. Mit Erreichen des bisher genehmigten Zustands wird sich die Seefläche auf ca. 128 ha vergrößern. Die maximale Tiefe überschreitet dabei 44,7 m nicht.

Die Ausbringung der schwimmenden Solarmodule (Anlagenfläche 13,9 ha) verursacht eine weitgehende Abschattung der Seeoberfläche im Expositionsbereich und belegt knapp 15 % der aktuellen Seefläche sowie 10,85 % der künftigen Seefläche von 128,1 ha.

## 2. Grundlagen und Methoden

Um den Einfluss der PV-Anlage 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 stellt das limnologischen Begleitgutachten des Büros BGL (2023) dar.

### 2.1 Bearbeitung der Fischfauna

Zur Bearbeitung der Fischfauna dienen zur Verfügung gestellte Daten der Anglerkameradschaft Iffezheim e.V. (2023) sowie die Befischungsdaten von PÄTZOLD (2022). Die im Baggersee 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 Rotaugen, 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.

- **eurytopy 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 bereits vorhandenen Daten (LUBW 2006, PÄTZOLD 2006) sowie einer am 19.08.2022 durchgeführten Tauchkartierung entlang von 5 Transekten. Die Untersuchung 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.

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

Zur Bestimmung der Arten diene die gängige Bestimmungsliteratur (OBERDORFER 1994, KRAUSE 1997, ARBEITSGRUPPE CHARACEEN DEUTSCHLANDS 2016, SCHMIDT, C. ET AL. 2018).

### 3. Allgemeine Beschreibung

Der Baggersee liegt auf dem Hochgestade östlich der Gemeinde Iffezheim. Im Norden befindet sich das Betriebsgelände (siehe Abb. 2). Hier grenzt auch der benachbarte Kühl/Petersee an. Im Osten liegt ein Waldgebiet sowie ein zum Erdbeeranbau genutztes Areal. Im Süden befinden sich überwiegend bewaldete Flächen. Zur Gemeinde hin werden die Flächen landwirtschaftlich genutzt. Der See wird zur Kiesgewinnung und räumlich begrenzt als Angelgewässer genutzt.



Abbildung 2: Der See der KBI in seiner Umgebung (Quelle: google earth 2018)

### 3.1 Limnologische Rahmenbedingungen

Die Gewässerfläche beträgt aktuell 93,3 ha und die maximale Tiefe liegt bei ca. 42 m. Die Unterwasserböschungen sind überwiegend mit einem starken Gefälle ausgebildet. Der See weist einen Grundwasserzustrom und eine vollständige Zirkulation auf.

Die Untersuchungen von BOOS (2023) weisen dem See oligo- schwach mesotrophe Verhältnisse zu.

Tabelle 2: Kriterien zur trophischen Einteilung nach MANIAK (2005), Seedaten: BOOS (2015-2021 in 2023)

Kriterien	oligotroph	mesotroph	eutroph geschichtet	Baggersee
Secchi-Tiefe (m)	> 6	> 4		1,0 – 2,2
Sauerstoffsättigung Oberfläche, Sommer (%)	90 – 120	80 – 150	60 – 200	84 - 106
Sauerstoffsättig. Hypolimnion, Sommer (mg/l)	> 6	> 1	anaerob	5,0 - 8,7
Ortho- Phosphat P, Frühjahrszirkulation (mg/l)	< 0,005	< 0,01		<0,01
Gesamtposphat P (mg/l)	< 0,015	< 0,04		<0,01-0,02
Chlorophyll a (µg/l)	< 3	< 4		0,87
Nitrat (NO <sub>3</sub> ) mg/l mittl. jährl. Konzentration	< 10	< 20		2,14
Makrophytentiefengrenze (m)	> 8	8 – 5	5 – 1,5	7,8

Die geringen Sichttiefen sind durch die Baggertätigkeit verursacht und werden so nicht zur Bewertung herangezogen.

Im Bereich des Grundwasserzustroms befinden sich neben forstlich auch landwirtschaftlich genutzte Flächen. Westlich befinden sich weite landwirtschaftlich genutzte Flächen von denen eine geringe Nährstoffbelastung ausgehen kann. Die Sauerstoffmengen entsprechen aktuell den hohen Anforderungen für ein oligo- bis schwach mesotrophes Gewässer.

Die derzeitigen Nährstoffgehalte des Seewassers sind sehr gering und indizieren einen nährstoffarmen Zustand im mesotrophen oder oligotrophen Bereich. Gesamtposphor (Gesamtposphat-P) war während der Untersuchungstermine nur in sehr geringen Konzentrationen im Seewasser vorhanden (vgl. Tabelle 2). Die Werte blieben zumindest im Bereich der Orientierungsgrößen oder erreichten ein noch niedrigeres Ausmaß und zeigten damit einen nährstoffarmen Zustand im mesotrophen Bereich an. Der direkt pflanzenverfügbare ortho-Phosphat-Phosphor lag bei allen Frühjahrmessungen unter 0,01 mg/l und damit beständig im Mesotrophen.

Auch die Nitratkonzentrationen im Seewasser erreichten stets sehr niedrige Werte.

Trotz der intensiven Trübung erreichte die Vegetation am vom Grundwasser beeinflussten Ostufer eine erstaunliche Makrophytentiefengrenze von 7,8 m, was einem oligotrophen Zustand entspricht.

### 3.2 Schutzgebietskulisse

Am Baggersee der KBI sind einige Uferbereiche als gesetzlich geschützte Biotope ausgewiesen (s. Abb. 3). Im Umfeld der geplanten PV-Anlage befindet sich der Biotopkomplex „Feuchtgebüsche am Baggersee Kern östlich Iffezheim“ (Biotop-Nr. 171142163113). Im Osten liegen Teile des Biotops „Feldgehölze am Ufer des Baggersee Kern“ (Biotop-Nr. 171142163114).



Abbildung 3: geschützte Biotope und Schutzgebiete (Quelle: Kartendienst LUBW 2023)

Der Biotop „Feuchtgebüsche am Baggersee Kern östlich Iffezheim“ beinhaltet die aus Weiden bestehende Ufervegetation. Aktuell hat sich an einigen Stellen auch Schilfröhricht entwickelt.

Dem Biotop „Feldgehölze am Ufer des Baggersee Kern“ gehören bestimmend Schwarzerlen, Weiden und Rohrglanzgras an. Zur Zeit der aktuellen Untersuchung waren Teile der Ufervegetation auf den Stock gesetzt.

### 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: Potenzielle Wirkfaktoren

<b>Wirkfaktor/Wirkphase</b>
<b>Aufbaubedingte Wirkfaktoren</b>
Möglicher Verlust vorhandener aquatischer Vegetation beim Aufbau
Möglicher Verlust fischökologisch bedeutsamer Strukturen beim Aufbau
<b>Anlagebedingte Wirkfaktoren</b>
Mögliche Einschränkung des Makrophyten-Lebensraums durch Beschattung nach
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
Möglicher Einfluss sich ablösender Mikroplastikbestandteile
<b>Betriebsbedingte Wirkfaktoren</b>
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 2023).

Der temperaturabhängige Prozess der Primärproduktion (Aufbau von organischer Masse aus Nährstoffen, Wasser und CO<sub>2</sub> 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.

Mit der Alterung der Anlage gehen auch Abrieb- und Zersetzungsprozesse einher. Ein mögliches Ablösen von Anlagensubstanz stellt eine potenzielle Beeinträchtigung für die Lebewelt dar.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Fischökologisch wichtige Strukturen im Baggersee

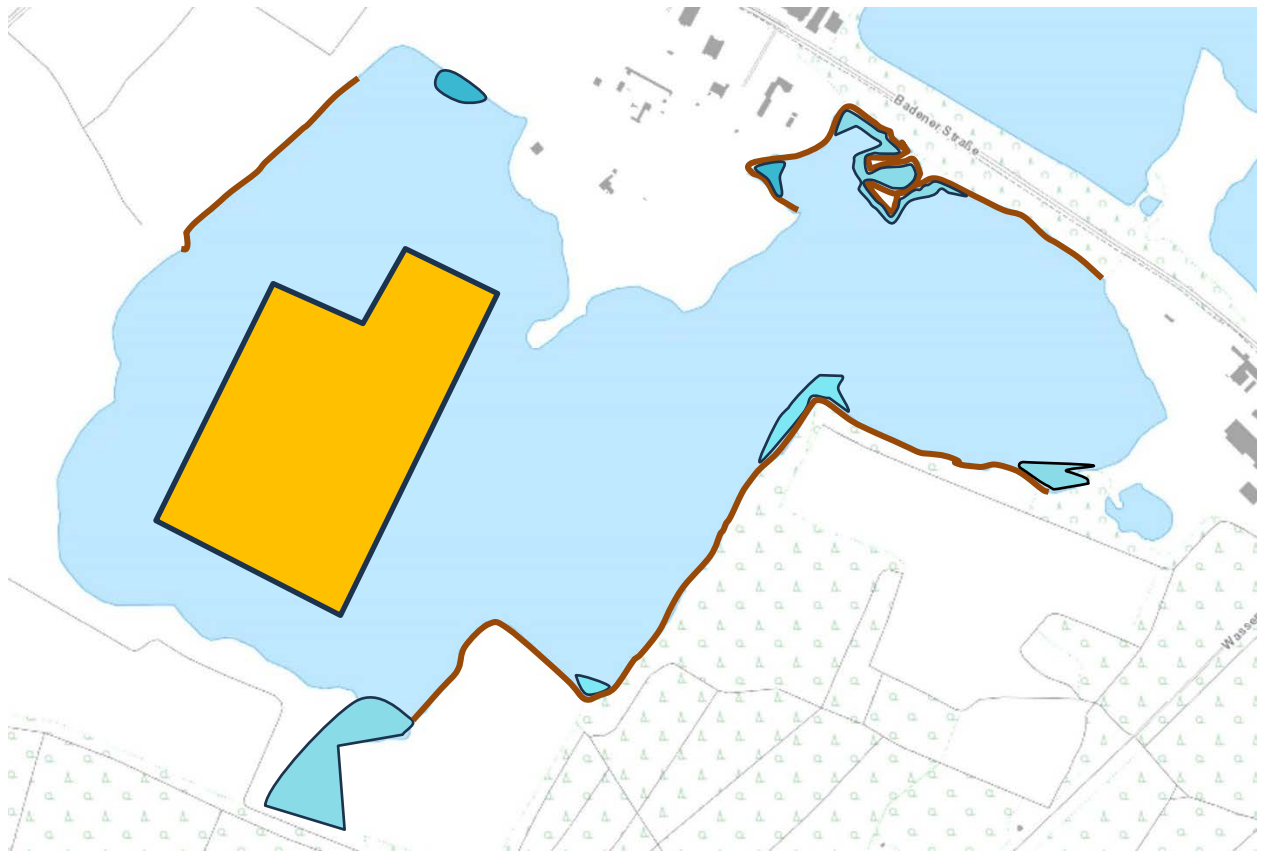


Abbildung 4: Fischökologisch bedeutsame Strukturen (Flachwasserzonen, Gehölz- inkl. Totholz und Schilfstrukturen) im Istzustand (etwaige Position und Größe der PV-Anlage)

Flachwasserbereiche finden sich in unterschiedlicher Größe vorwiegend im Osten und Süden des Sees. In den Flachwasserzonen kommen fischökologisch bedeutsame Strukturen wie Wasserpflanzen vor. Diese stehen oft in direktem Kontakt mit Schilf und Gehölzbewuchs, was deren Nutzung, je nach Wasserstand, zulässt.

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 der beiden Werksgelände im Norden und Osten sowie der aktuellen Abbaufäche im Südwesten. Insgesamt ist der Anteil mit ufertypischem Bewuchs als vergleichsweise gering einzustufen.

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

Zur Darstellung des Fischbestands wurden vorliegende Fangstatistiken der Anglerkameradschaft Iffezheim e.V. (AKI) und die aktuellen Untersuchungen ausgewertet.

### 4.2.1 Fischbestand anhand der Daten des Anglerclubs

Über die Jahre (2018-2022) wurden im See bisher 16 Fischarten nachgewiesen. Im gleichen Zeitraum wurden ebenfalls 16 Arten in den Fangstatistiken aufgelistet.

In dieser Zeit wurden rund 5.000 Fische mit einem Gesamtgewicht von 7,26 Tonnen entnommen. Mit 161,6 kg stellt der Barsch mit 22,3 % am Gesamtgewicht den größten Anteil am Fang dar. Mit 153,7 kg Hecht, 54,2 kg Aal und 41,9 kg Zander gehören weitere räuberisch lebende Arten zum bevorzugten Fang. Bei den Friedfischen wurden vor allem Brachsen (117,8 kg), Rotaugen (74,1 kg) und Karpfen (65,3 kg) gefangen.

Seltener waren Felchen, Güster, Sonnenbarsch, Kaulbarsch, Rapfen, Saibling, Rotfeder und Schleie.

Die Fangergebnisse der letzten Jahre von durchschnittlich 1,55 kg/ha\*a (zu erwarten ist für einen jungen, mit steilen Unterwasserböschungen versehenen Baggersee ein Ertragspotenzial von etwa 5-15 kg/ha\*a, JENS 1980, LFV BAYERN 2012) sind als gering einzustufen.

### 4.2.2 Fischbesatz anhand der Daten des Anglerclubs

Im Zeitraum 2019 bis 2022 wurden in den Baggersee folgende Besätze getätigt:

2019 wurden 180 kg Rotaugen (14-20 cm), 80 kg Rotfedern (14-20 cm), 200 kg Karpfen und 300 Stück Zander (25-30 cm) besetzt. 2020 wurden 180 kg Rotaugen (14-20 cm), 80 kg Rotfedern (14-20 cm) und 80 kg Schleien ausgebracht. 2021 lag der Besatz bei 560 Zandern (25-30 cm und 2022 bei 13.000 Felchen (um 5 cm). Dabei handelte es sich um etwa 970 kg Besatzfisch, was einem Durchschnitt von 243 kg/a entspricht.

### 4.2.3 Fischbestandserhebung

Am 19.10.2022 wurde im See eine Elektrobefischung an fünf Strecken vom Boot aus durchgeführt, wobei drei Abschnitte im Umfeld der geplanten PV-Anlage lagen (s. Abb.5). Die Netze wurden in den Bereichen der durchgeführten Befischung am Nachmittag gestellt und am folgenden Morgen wieder gehoben. Der niedrige Seewasserstand und die zumeist steil abfallende Unterwasserböschung bewirkten, dass nur in einem schmalen Band jungfischwichtige, randliche Strukturen wie Totholz, Schilfröhricht oder Wasserpflanzenbestände untersucht werden konnten. Die meisten Fische (Barsche und Rotaugen) wurden während der Betauchung in Tiefen zwischen 2-4 m beobachtet. Hier kommt das Elektrofischereigerät nur unzureichend zum Fang.

Insgesamt wurden durch die kombinierte Elektro- und Netzbefischung zehn Fischarten nachgewiesen (s. Anhang) Im Vergleich zur Fangstatistik des Angelvereins von 2018 bis 2022 erfolgte kein Nachweis einer zusätzlichen Art. Barsch, Rotauge, Ukelei, Karpfen und Zander wurden am beständigsten festgestellt. Von den Arten Barsch, Rotauge und Ukelei wurden ausschließlich oder überwiegend 0+ Jungfische gefangen. Der Aal wurde mit Größen zwischen 60 - 70 cm und der Karpfen mit Individuen zwischen 55 - 80 cm Länge vorgefunden.

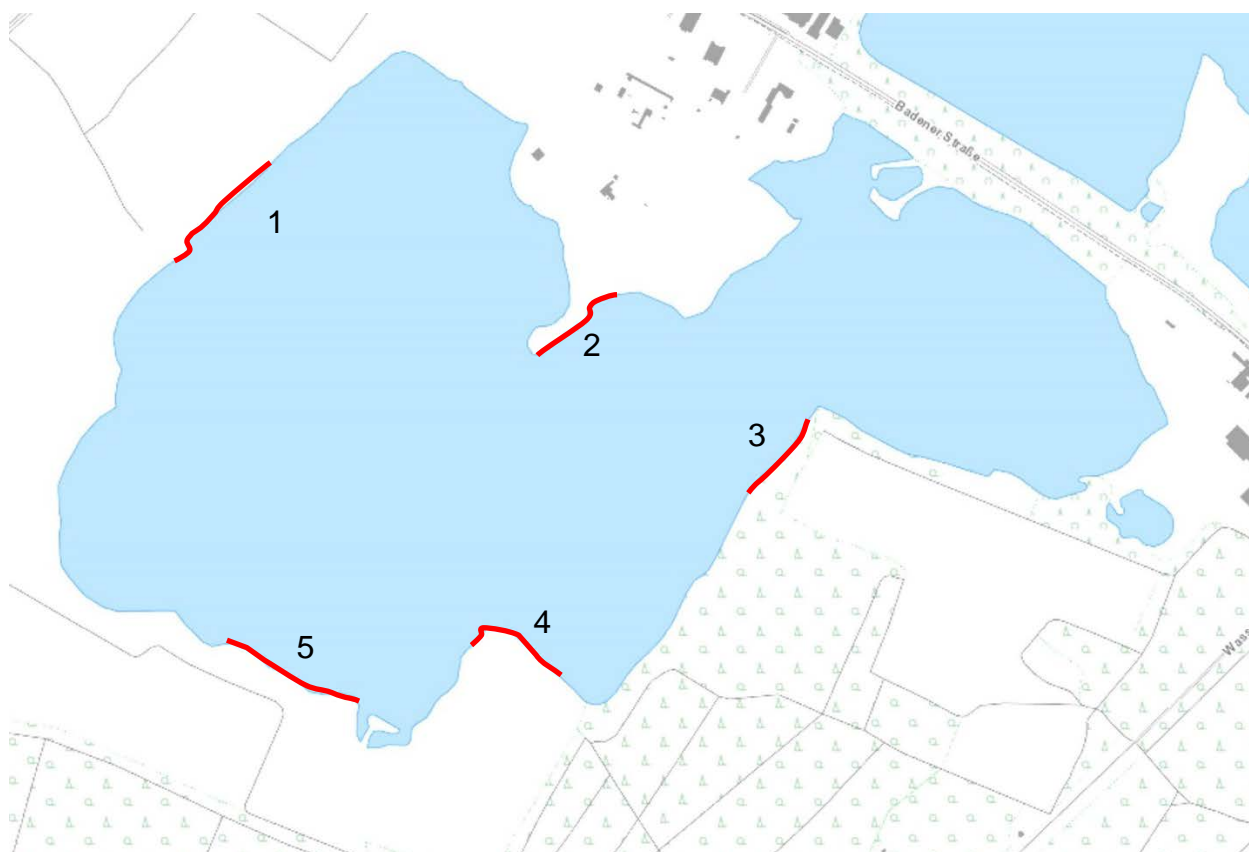


Abbildung 5: Uferabschnitte der Elektro- und Netzbefischung

#### 4.2.4 Schutzstatus der Fischarten

In der aktuellen Roten Liste Baden-Württembergs werden der Aal und der Wildkarpfen als „stark gefährdet“ klassifiziert (s. Tab. 4). Rotfeder und Schleie stehen auf der Vorwarnliste. Arten aus dem Anhang II, oder IV der FFH-Richtlinie wurden nicht nachgewiesen.

Tabelle. 4: Schutzstatus der aktuell nachgewiesenen Fischarten (Fangstatistik, Elektrofischung)

Art	Rote Liste D 2023*	Rote Liste BW 2014**	FFH-Status
Aal		2	
Brachsen			
Felchen (unbestimmt)			
Flussbarsch			
Güster			
Hecht			
Karpfen (Wildform)		2	
Kaulbarsch			
Rapfen			
Rotauge			
Rotfeder		V	
Saibling (unbestimmt)			
Schleie		V	
Sonnenbarsch			
Ukelei			
Zander			

3 – gefährdet 2 - stark gefährdet

\* BfN (2023), \*\* BAER ET AL. (2014), LUBW (2008)

Der in Fließgewässern beheimatete und stark gefährdete Aal gehört nicht zur potenziellen natürlichen Fischfauna eines jungen abgeschlossenen Sees. Gleiches gilt für den allochthonen Sonnenbarsch.

#### 4.2.5 Autökologische Ansprüche der vorhandenen Fischfauna

Die nachgewiesenen Fischarten sind in der Regel anspruchslos (phyto-lithophil/eurytop) mit einer mittleren – geringen Sauerstoffbedürftigkeit.

Tabelle 5: Ökologische Gruppierung der nachgewiesenen Arten

Art	Ökologische Gruppierung
Aal	marin/indifferent
Brachsen	Phyto-lithophil/indifferent
Felchen	indifferent
Flussbarsch	Phyto-lithophil/indifferent
Güster	Phytophil/indifferent
Hecht	Phytophil/indifferent
Karpfen	Phytophil/indifferent
Kaulbarsch	Phyto-lithophil/indifferent
Rapfen	Phyto-lithophil/indifferent
Rotaugen	Phyto-lithophil/indifferent
Rotfeder	Phytophil/ stagnophil
Saibling	Lithophil/rheophil
Schleie	Phytophil/ stagnophil
Sonnenbarsch	Phyto-lithophil/indifferent
Ukelei	Phyto-lithophil/indifferent
Zander	Phyto-lithophil/indifferent

Brachsen, Rotaugen 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, Güster und Rotfeder finden im Baggersee überwiegend entlang der entwickelten Uferpartien geeignete Pflanzenbestände vor. Der Hecht laicht auch in im Wasser stehenden Röhricht- und Seggenbeständen.

Nach Angaben des Angelvereins kommen im See auch Arten wie die Schleie und Güster vor, so dass der Fischbestand überwiegend der zu erwartenden Artenzusammensetzung eines jungen Stillgewässers entspricht.



Abbildung 6: Fische aus dem Netzfang



Abbildung 7: Barsche im 10 mm Netz

### 4.3 Wasserpflanzenaufkommen

Die Wasserpflanzenkartierung erfolgte am 19.8.2022 mittels Presslufttauchgängen entlang von vier Transekten im Baggersee der KBI, wobei sich Transekt 1 im direkten Umfeld der geplanten PV-Anlage befand (s. Abb. 8).

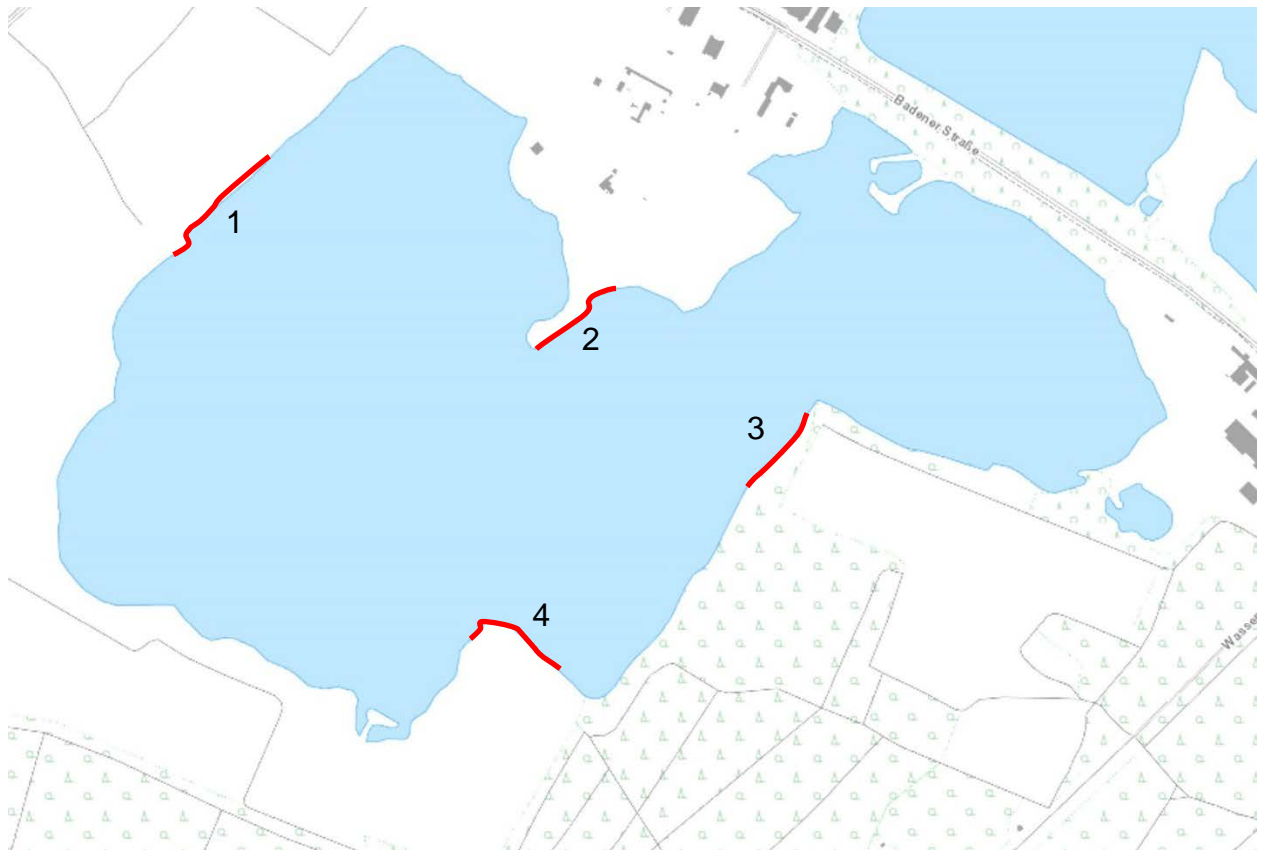


Abbildung 8: Lage der Tauchtransekte zur Wasserpflanzenkartierung

Insgesamt erfolgte der Nachweis von sieben Arten (s. Tabelle 6). Im Baggersee kommen Wasserpflanzenarten nährstoffreicher Seen (Lebensraumtyp LRT 3150) und lediglich eine oligotraphente Art (Zerbrechliche Armelechteralge) Art des FFH-Lebensraumtyps (LRT 3140) vor.

Tabelle 6: Verbreitung der Wasserpflanzenarten in den Tiefenstufen 0-1, 1-2, 2-4, und > 4 m)

Art	T 1	T 2	T 3	T 4
Zerbrechliche Armelechteralge <i>Chara globularis</i>		0-0-0-2	0-0-0-2	
Nadelsimse <i>Eleocharis acicularis</i>	<b>2-0-0</b>			
Nuttall's Wasserpest <i>Elodea nuttallii</i>	<b>2-3-2</b>	2-3-5-4	0-3-5-3	0-2-4-3
Ähriges Tausendblatt <i>Myriophyllum spicatum</i>	<b>0-3-2</b>	0-2-2-2	2-3-3-2	2-0-0-0
Durchwachsenes Laichkraut <i>Potamogeton perfoliatus</i>	<b>0-2-2</b>	0-2-2-0		0-2-2-0
Knotiges Laichkraut <i>Potamogeton nodosus</i>		0-2-1-0		0-3-2-0
Krauses Laichkraut <i>Potamogeton crispus</i>				0-2-2-0
Untere Makrophyten-Tiefengrenze UMG (m)	2,5	7,8	5,4	5,2

1 = Einzelpflanzen, 2 = Polster, 3 = kleinere Fläche, 4 = größere Flächen, 5 = großflächig bewachsen

Die aktuelle Untersuchung zeigt ein für einen seit vielen Jahren in der Nutzungsphase befindlichen Baggersee vergleichsweise geringes Artenaufkommen (PÄTZOLD, 2003) und eine zumeist schütterere Verbreitung der submersen Vegetation. Dabei beherrscht der Neophyt Nuttall's Wasserpest in Tiefen von einem bis vier Metern die submersen Vegetation. Die vertikale

Verbreitung reicht derzeit bis in eine Tiefe von etwa 7,8 m. Im Vergleich zum benachbarten Peter/Kühlsee weist er ein noch geringeres und für die Oberrheinebene aktuell unterdurchschnittliches Artenaufkommen auf.

In Transekt 1 (westlich der geplanten PV-Anlage) dominiert die Nutall's Wasserpest gemeinsam mit dem Ährigen Tausendblatt. Die Untere Verbreitungsgrenze der submersen Vegetation liegt bei geringen 2,5 m Tiefe. Neben den genannten Arten treten noch die Nadelsimse im Flachwasser sowie das Durchwachsene Laichkraut auf.

In Transekt 2 (nordöstlich der PV-Anlage) wurde mit *Chara globularis* eine Armleuchteralgenart nachgewiesen. Die Zerbrechliche Armleuchteralge bildet den Tiefenaspekt und reicht bis in eine Tiefe von 7,8 m (der UMG) herab. Hier beherrscht *Elodea nuttallii* in zum Teil hoher Dichte die gesamte besiedelte Fläche. Dazwischen siedeln zerstreut weitere Arten wie das Ährige Tausendblatt sowie das Durchwachsene und das Knotige Laichkraut.

In Transekt 3 (östlich der PV-Anlage) wurde mit *Chara globularis* ebenfalls eine Armleuchteralgenart nachgewiesen. Die Zerbrechliche Armleuchteralge bildet gemeinsam mit *Elodea nuttallii* den Tiefenaspekt und reicht bis in eine Tiefe von 5,4 m (der UMG) herab. Den Transekt besiedelt *Elodea nuttallii* in zum Teil hoher Dichte. Dazwischen siedeln kleinere, verteilte Bestände des Ährigen Tausendblatts.

In Transekt 4 siedelt ausschließlich das Ährige Tausendblatt im flachen Wasser entlang der Uferlinie. Darunter bestimmt das Knoten-Laichkraut die Vegetation bis in 2 m Tiefe. beherrscht die Wasserpest die Vegetation bis zur Unteren Makrophytengrenze in 5,2 m Tiefe.

Einige der nachgewiesenen Arten haben einen Zeigerwert für den Makrophytenindex (siehe S. 5-6) und/oder werden in den Roten Listen geführt, was die nachfolgende Tabelle darstellt.

Tabelle 7: Nachgewiesene Arten, Indikatorgruppe, Rote Listen

	Rote Liste	Baden-Württemberg	Deutschland
<b>Art</b>	<b>I</b>		
<b>Armleuchteralgen</b>			
<i>Chara globularis</i>	2,5	-	-
<b>Untergetauchte Gefäßpflanzen</b>			
<i>Elodea nuttallii</i>	4,5		
<i>Myriophyllum spicatum</i>	3,0	-	-
<i>Potamogeton crispus</i>	4,5		
<i>Potamogeton nodosus</i>	5,0	-	V
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	3,0		

I = Indikatorgruppe Makrophytenindex (1 = sehr geringe Nährstoffbelastung, 5 = sehr hohe Nährstoffbelastung)

Rote Liste: 3 = gefährdet, 2 = stark gefährdet, 1 = vom Aussterben bedroht, 0 = verschollen, D = Datenlage unsicher, V = Vorwarnliste, G = gefährdet, Gefährdungskategorie unklar,

Characeen: Korsch et al. (2012), Gefäßpflanzen: Breunig & Demuth (2023), BfN (2018)

Bei den nachgewiesenen Arten handelt es sich um Zeigerpflanzen für mittlere (*Chara globularis*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*) bis hohe Nährstoffgehalte (*Elodea nuttallii*, *Potamogeton nodosus* und *P. crispus*).

Bei Kartierungen zum Wasserpflanzenbestand der LUBW (2006) wurden 18 Arten submerser Makrophyten nachgewiesen. Es handelte sich beispielsweise um Characeen wie die Rauhe Armleuchteralge (*Chara aspera*), die Gegensätzliche Armleuchteralge (*Chara contraria*), die Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*) oder die Sternarmleuchteralge (*Nitellopsis obtusa*). Damals wie heute waren die Characeen mit Ausnahme des Nordostbereichs sehr gering verbreitet. Der Nährstoffzeiger *Elodea nuttallii* war damals selten und stellt in der aktuellen Kartierung die häufigste Art dar. Damals wurde noch häufiger das Nixkraut *Najas marina* nachgewiesen. In den untersuchten Abschnitten konnte sie aktuell nicht mehr gefunden werden.

Einige Bereiche am Nordwestufer mit einer höheren Abundanz wurden zwischenzeitlich zu geschüttet. Die festgestellte Makrophytentiefengrenze betrug damals 4,5 m. Pätzold (2006 unveröffentlicht) hatte später am Ostufer Armelechteralgenbestände bis in 8 m Tiefe vorgefunden.

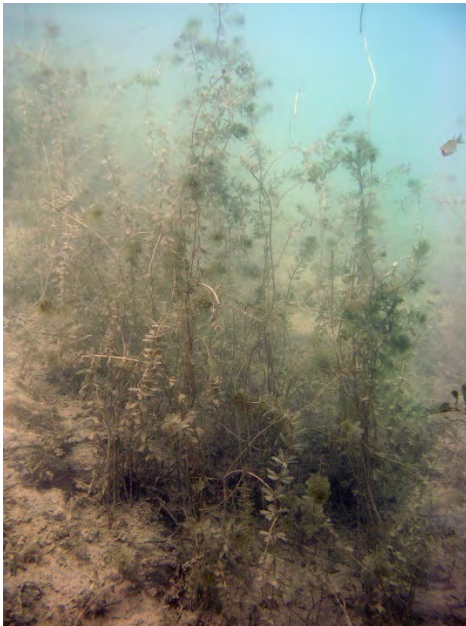


Abb.9: Gewöhnliches Tausendblatt  
*Myriophyllum spicatum*



Abb. 10: Knoten-Laichkraut  
*Potamogeton nodosus*



Abb. 11: Gegensätzliche Armelechteralge  
*Chara contraria*



Abb. 12: Zerbrechliche Armelechteralge  
*Chara globularis*

## **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 oligotrophente submerse Makrophyten dienen.

## 6. Einschätzung des aktuellen Lebensraums

### 6.1 Fische

Tabelle 8: Skala zur Bewertung von Tierlebensräumen (hier Fische) (nach BRINKMANN 1998)

Wertstufe	Definition der Skalenabschnitte
1 sehr hohe Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ein Vorkommen von einer vom Aussterben bedrohten Tierart oder Vorkommen mehrerer stark gefährdeter Tierarten in überdurchschnittlichen Bestandsgrößen</li> <li>* Vorkommen zahlreicher gefährdeter Tierarten in überdurchschnittlichen Bestandsgrößen</li> <li>* ein Vorkommen einer Tierart der FFH-Richtlinie, Anhang II, die in der Region oder landesweit stark gefährdet ist</li> <li>* Vorkommen stenotoper Arten mit Anpassung an sehr stark gefährdete Lebensräume</li> </ul>
2 hohe Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Ein Vorkommen einer stark gefährdeten Tierart</li> <li>* Vorkommen mehrerer gefährdeter Tierarten in überdurchschnittlichen Bestandsgrößen</li> <li>* ein Vorkommen einer Tierart der FFH-Richtlinie, die in der Region oder landesweit stark gefährdet ist</li> <li>* Vorkommen stenotoper Arten mit Anpassung an stark gefährdete Lebensräume</li> </ul>
3 mittlere Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Vorkommen gefährdeter Tierarten oder allgemein hohe Tierartenzahlen bezogen auf den biotopspezifischen Erwartungswert</li> <li>* Vorkommen stenotoper Arten mit Anpassung an gefährdete Lebensräume</li> </ul>
4 geringe Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> <li>* gefährdete Tierarten fehlen und</li> <li>* bezogen auf die biotopspezifischen Erwartungswerte stark unterdurchschnittliche Tierartenzahlen</li> </ul>
5 sehr geringe Bedeutung	<ul style="list-style-type: none"> <li>* anspruchsvollere Tierarten kommen nicht vor</li> </ul>

Der Fischbestand im Baggersee setzt sich überwiegend aus anspruchslosen, kommunen Arten zusammen. In der aktuellen Roten Liste Baden- Württembergs wird der Aal als „stark gefährdet“ klassifiziert. Abgeschlossene Stillgewässer zählen nicht zu den Lebensräumen des Aals. Die Rotfeder steht 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-Lebensräume (3140, 3150) betrachtet werden.

Im See wurden aktuell insgesamt sieben Arten submerser Makrophyten nachgewiesen. Keine der vorgefundenen Arten gelten in den Roten Listen als „gefährdet“. Eine Art steht auf der Vorwarnliste.

Da die Untersuchungsbereiche nicht den gesamten See abgedeckt haben und bei der damaligen Kartierung der LUBW (2006) mehr und auch gefährdete Arten nachgewiesen wurden, wird dem See für die regionale wie überregionale Flora durch das Vorkommen weniger gefährdeter Arten aktuell eine mittlere Bedeutung zugewiesen. Zieht man allerdings die Kartierungsergebnisse aus dem angrenzenden und verbundenen Petersee PÄTZOLD (2023) hinzu, so wird deutlich, dass der Baggersee das Potential für ein Makrophytengewässer mit höherer Bedeutung für die regionale Flora entwickeln kann.

## **7. Vorbelastungen**

Der untersuchte Baggersee weist eine Angelnutzung auf. Die Einleitung von Kieswaschwasser und die Baggerung führen zu einer wechselnden Trübung, welche die Sichttiefe und die Nährstoffverfügbarkeit im gesamten See und damit auch die Ausbreitung der submersen Vegetation beeinflusst.

Eine offizielle Badenutzung findet nicht statt.

Der Angelsportverein besetzt regelmäßig Fische in variierender Artenzusammensetzung und Menge. Der Besatz von Fischen stellt für ein Gewässer eine mögliche Beeinträchtigung dar. So zerstören wühlende Fische (besonders Karpfen) die überwiegend filigrane Submers-Vegetation.

Wühlende Arten treiben die Eutrophierung voran. Gleiches bewirken zooplanktonfressende Weißfische durch ihren Eingriff in das Planktongefüge. Die Auswirkungen des Fischbestands auf die Trophie werden als gering eingeschätzt.

## **8. Auswirkungen des Vorhabens**

### **8.1 Einschätzung nach BGL (2023)**

Auf Basis der Modelluntersuchungen wurde berechnet, inwieweit sich durch die Installation einer schwimmenden PV-Anlage Beeinträchtigungen der Seewasserbeschaffenheit im Baggersee zwischen Iffezheim und Sandweier ergeben.

Mit einer Fläche von 13,9 ha bleibt die SPV-Anlage unter der durch die WHG erlaubten Maximalüberdeckung von 15 % der Gewässerfläche. Im Istzustand werden 14,9% der 93,3 ha umfassenden Seefläche überdeckt (Solarvariante 1). Nach der Vergrößerung des Sees durch die weitere Abgrabung (Genehmigungszustand) wird der Überdeckungsgrad auf ca. 10,85% zurückgehen (Solarvariante 2).

Laut BGL (2023) zeigen der Temperaturhaushalt und die Gewässerschichtung gegenwärtig das typische Bild tiefer Baggerseen während der Auskiesung. In den Sommermonaten bildet sich eine durch die Kiesentnahme abgeschwächte thermische Schichtung aus. Im Winter zirkuliert der See vollständig. Die Sauerstoffgehalte des Seewassers erreichen in den Zirkulationsphasen hohe Werte bis zum Gewässergrund. In den Stagnationsphasen kommt es zu deutlichen Sauerstoffverlusten in der Tiefe, wobei ein Wert von 5 mg/l während der Messkampagnen nicht unterschritten wurde.

Die derzeitige Nährstoffbelastung des Sees ist als sehr gering zu bezeichnen und indiziert einen nährstoffarmen Zustand im oligo-mesotrophen Bereich. Auch die Stickstoffkonzentrationen im Seewasser erreichten stets niedrige Werte. Gleiches gilt für die Gehalte des organischen Kohlenstoffs und die Chlorophyll-a Werte als Kenngrößen zur Darstellung der Algenentwicklung. Die Sichttiefenwerte werden derzeit durch den vom Baggerbetrieb verursachten Eintrag mineralischer Trübung vermindert und können nicht als Trophie-Indikator dienen. Die Biomasseanteile und Nährstoffgehalte im Sediment verwiesen auf ein mittleres Belastungsniveau. Insgesamt ist der gegenwärtige Gewässerzustand als gut zu bezeichnen.

Durch die Installation einer SPV-Anlage auf Seen ist mit Veränderungen zahlreicher Faktoren zu rechnen, die in drei Faktorenkomplexe gegliedert werden können. Unmittelbare und auch die stärksten Beeinflussungen ergeben sich durch Veränderungen der meteorologischen Wirkgrößen (= Faktorenkomplex 1): Globalstrahlung (Abschwächung durch SPV-Anlage), langwellige Rückstrahlung (Verstärkung), Windgeschwindigkeit (Abschwächung), Lufttemperatur (Verstärkung) und Dampfdruck (Verstärkung). Einzelne Einflussfaktoren können die Auswirkungen anderer Einflussfaktoren abschwächen. So wird z.B. die Verringerung der Zirkulationsintensität infolge der stärkeren Windabschattung teilweise (oder auch ganz) durch den verminderten Wärmeeintrag (Globalstrahlung) und die damit verbundene Abnahme der Schichtungsstabilität kompensiert.

Weitere maßnahmenverursachte Beeinflussungen der Wasserqualität können durch Freisetzung von Stoffen aus den Schwimmkörpern und den Solarmodulen, Antifouling oder Eintrag von Mikroplastik entstehen (Faktorenkomplex 2). Durch mittelbare bau-, anlagen- und betriebsbedingte Effekte sind Auswirkungen auf die Seewasserbeschaffenheit, das Besiedlungsbild und ggf. die Lebensraumtypen möglich (Faktorenkomplex 3). Dazu gehören unter anderem Veränderung des Sauerstoffaustauschs zwischen Seeoberfläche und Wasserkörper durch die Überdeckung, Beeinträchtigungen der Sediment- und Besiedlungsstruktur durch Verankerungssysteme (Schwoikreise) oder auch eine Beeinflussung der Emergenz von Insektenlarven (Chironomiden).

Als Ergebnis der beiden Variantenprüfungen ist festzustellen, dass für keinen der untersuchten Parameter relevante vorhabensbedingte Verschlechterungen der Gewässerqualität ausgewiesen

wurden. Von nennenswerten Veränderungen infolge des Klimawandels ist ebenfalls nicht auszugehen.

Auch nach dem Ende der Auskiesung wird der See sowohl bei Solarnutzung als auch ohne diese vollständig zirkulieren. Die geringe Nährstoffbelastung des Sees und der niedrige Trophiestatus bleiben erhalten, so dass mit einem güterelevanten Anstieg des derzeit schwachen Besiedlungspotentials für Algen und Cyanobakterien nicht zu rechnen ist. Der Sauerstoffhaushalt im tiefen Hypolimnion zeigt allerdings Beeinträchtigungen durch deutliche Sauerstoffverluste während kurzer Zeitabschnitte in der sommerlichen Stagnationsphase. Dieses Phänomen ist bereits im Istzustand vorhanden und erfährt durch die Solarnutzung keine belastende Verstärkung, so dass daraus kein Argument gegen die Installation der SPV-Anlage abgeleitet werden kann.

Während der Auskiesung bleiben die Sichttiefenwerte infolge des Eintrags mineralischer Feinmaterialien auch nach der Teilüberdeckung mit Solarmodulen gering. Nach der Stilllegung des Baggersees werden sich hohe Sichttiefenwerte einstellen, die durch die Umsetzung der Solarvariante 2 keine Einschränkung erfahren. Die seetypische Verdunstung über die Seefläche wird infolge der Teilüberdeckung zurückgehen. Dies verursacht eine Erhöhung der Grundwasserneubildung und ist als positiver Effekt, insbesondere im Hinblick auf die künftige Erwärmung durch den Klimawandel, anzusehen.

Eine Bewertung der Maßnahmenauswirkungen nach EU-WRRL ergab unter Bezug auf die biologischen und die allgemeinen chemisch-physikalischen Qualitätskomponenten nach OGewV (2016) einen leitbildkonformen Zustand für die Qualitätskomponenten Gesamt-Phosphor und Chlorophyll-a. Den Anforderungen an die Sauerstoffgehalte im Hypolimnion entsprach das Untersuchungsgewässer aber nicht, wobei wiederum darauf hinzuweisen ist, dass sich für diesen Parameter durch die Installation der SPV-Anlage keine Verschlechterung ergibt.

Beeinträchtigungen der chemischen Qualitätskomponenten entstehen durch die zum Anlagenbau verwendeten Materialien nicht.

Auch die hydromorphologischen Qualitätskomponenten werden nicht negativ beeinflusst, da die Mindestentfernung der Anlage vom Ufer 40 m beträgt, so dass aufgrund der hohen Wassertiefe unter der Anlage Beeinträchtigung der Unterwasservegetation durch Verschattungseffekte auszuschließen sind.

Auf der Grundlage der vorliegenden Untersuchungen kann daher die Aufstellung einer schwimmenden Photovoltaikanlage bezüglich der Seewasserbeschaffenheit als ein unerheblicher Eingriff angesehen werden.

## **8.2 Einschätzung zum Einfluss auf die submerse Vegetation und den Fischbestand**

Die gewässerökologischen Veränderungen durch die Installation der PV-Anlage werden von BGL (2023) aktuell (in Auskiesung) wie zukünftig (nach Beendigung der Auskiesung) als unerheblich eingeschätzt.

Die aktuell vorhandenen Beeinträchtigungen durch den Baggerbetrieb und die Waschwassereinleitung stellen hier deutlicher 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 aktuell aufgrund der Trübung auf eine Tiefe von wahrscheinlich nicht mehr als 8 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 erheblich zu beeinträchtigen.

Die Auswirkungen durch den Aufbau bleiben bis auf eine kleine Uferpartie an der westlichen 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 BGL (2023) 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 planktiv. 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.

BGL (2023) stellt fest, dass die Anforderungen an die Sauerstoffgehalte im Hypolimnion im Untersuchungsgewässer nicht immer den Anforderungen der WRRL an den guten Zustand entsprechen, wobei sich für diesen Parameter durch die Installation der SPV-Anlage keine Verschlechterung ergibt. Viele tiefe natürliche Seen entsprechen dem Brachsenseetypus, einem Seentyp, in dem die entsprechende Fischfauna mit den Bedingungen der Sauerstoffarmut während der Sommermonate im Tiefenwasser zurechtkommt. Von einer zusätzlichen Beeinträchtigung auf den Fischbestand ist nicht auszugehen.

Aufgrund der Materialwahl für die PV-Anlage ist mit keiner maßgeblichen Verschlechterung der Wasser- und Gewässergrundqualität und einem Einfluss auf die Fischqualität auszugehen.

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 gefallen Bäumen, Steganlagen, im Hafen befindlichen Großschiffen etc. Fische ansammeln um dort Schutz zu suchen oder auch die besiedelten Strukturen nach Fressbarem abzusuchen. Eine erhebliche Einschränkung der Angelfischerei durch den Betrieb der PV-Anlage ist nicht erkennbar.

## **9. Maßnahmen zur Minimierung und Kompensation**

### **9.1 Minimierung**

- Vermeidung der Freisetzung von Mikroplastik und weiteren Stoffen aus den Schwimmkörpern und den Modulen
- Ein Einbringen gewässergefährdender Stoffe während des Aufbaus, der Wartung oder Reinigung ist zu verhindern
- Vermeidung der Nutzung von Antifoulingmitteln

- Installation der Plattform mit möglichst großem Abstand zum Ufer
- Installation von Verankerungssystemen mit genügender Distanz zum potentiellen Siedlungsraum (nach Beendigung der Auskiesung) von Makrophyten.
- Entwicklung einer Vorgehensweise zum Schutz des Gewässers und seiner Bewohner bei Havarieereignissen.

## 9.2 Kompensation

- Installation von Fischkörben (Biohuts) unter der PV-Anlage gemäß Vorschlag der höheren Fischereibehörde
- Anlage von Brutinseln für Wasservögel.
- Einbringen ins Wasser ragender Baumkronen, die Fischen schützenden Unterstand bieten.

## 10. Zusammenfassung

Die Kieswerk- und Baustoff- Industrie Kern GmbH & Co. KG (KBI) plant die Installation einer schwimmenden Photovoltaik Anlage mit 13,9 ha Fläche auf dem Baggersee bei Iffezheim. Der vorliegende Bericht betrachtet die möglichen Wirkungen limnologischer und gewässerökologischer Veränderungen auf den vorhandenen Fisch- und Wasserpflanzenbestand auf Grundlage vorhandener Daten und aktueller Untersuchungen.

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 Kiesgewinnung hinaus.

Laut BGL (2023) werden durch die Installation keine Erheblichkeitsschwellen bezüglich Zirkulationsverhalten, Temperatur- und Sauerstoffhaushalt, Seeverdunstung und Nährstoffhaushalt überschritten und somit auch keine negativen Auswirkungen auf den Fischbestand erwartet. Dies gilt auch für die Zeit nach Beendigung der Auskiesung.

Bei einer sorgsamem Errichtung der vorgesehenen PV-Anlage mit einem wie hier geplanten 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 der Ukelei sind aufgrund der vorhandenen Frassplatzverfügbarkeit nur unerheblich betroffen. Eine Einschränkung der angelfischereilichen Nutzung, durch den Betrieb der PV-Anlage, ist ebenfalls nicht erkennbar. Durch die Anlage fischrelevanter Strukturen (Totholz, Fischkörbe) wird die Beeinträchtigung der Abschattung möglichst kompensiert.

## 11. 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): Armeleuchteralgen.- 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

BfN (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Tracheophyta) Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (7): 13-358.

BfN (2023): Rote Liste und Gesamtartenliste der sich im Süßwasser reproduzierenden Fische und Neunaugen (Pisces et Cyclostomata) Deutschlands.- Heft 170, 64 S., Bonn.

BGL, BOOS, K.-J. (2023): Auswirkungen durch die Anlage und den Betrieb einer schwimmenden PV-Anlage auf die Quarzsand- und Quarzkies- Abbaustätte Iffezheim der Kieswerk und Baustoff-Industrie Kern GmbH & Co. KG, unveröffentlicht, Saarbrücken, 117 Seiten.

BREUNIG, T. & S. DEMUTH (2023): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. – 4. Fassung, Stand 15.06.2021. – LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.). – Naturschutz-Praxis Artenschutz 2.

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.

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.
- LFV BAYERN (2012): Fischbesatz in angelfischereilich genutzten Gewässern.- 96 S., München.
- 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. (2006): Untersuchungen zum Fischbestand im Kernsee bei Iffezheim.- unveröffentlicht, 17 S., Baden-Baden.

PHILIPPI, G. (1969): Laichkraut- und Wasserlinsengesellschaften 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, C. ET AL. (2018): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten in Deutschland.- *Fachbeiträge des LfU*, Heft 120, Band 1, 172 S., Potsdam.

SCHMIDT, C. ET AL. (2018): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten in Deutschland.- *Fachbeiträge des LfU*, Heft 120, Band 2, 382 S., Potsdam.

SCHMIDT, D. et al. (1996): Rote Liste der Armeleuchteralgen (*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 Besitzmaßnahmen.- *Schriftenreihe des Verbandes Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e. V.*, Heft 14, S. 151 S., Bonn.



Baden-Baden, den 18. Mai 2024

## 12. Anhang

Tabelle 5: Fangergebnis der Befischung

Tabelle: Fischfänge am 19.10. 2022								
Arten	Länge/cm	bis 5	6-10	11-20	21-30	31-40	>40	Σ
Aal		-	-	-	-	-	2	2
Barsch		-	110	135	7	3	-	255
Brachsen		-	3	8	-	1	1	13
Hecht		-	-	-	1	1	3	5
Karpfen		-	-	-	-	-	12	12
Kaulbarsch		11	10	1	-	-	-	22
Rotauge		-	11	56	16	1	-	84
Rotfeder		-	-	-	6	-	-	6
Ukelei		-	10	48	-	-	-	58
Zander		-	-	3	6	3	-	10