
Schutzgut Wasser

Oberflächengewässer

Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Methodik.....	2
3	Bestandsbeschreibung.....	3
3.1	Tiefenprofile von Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert.....	4
3.2	Sauerstoffverhältnisse und Sedimentzehrung	4
3.3	Chlorophyll und Sichttiefe.....	5
3.4	Pflanzennährstoffe (P und N).....	6
3.5	Eisen und Mangan	7
3.6	Silizium und Kalium.....	8
3.7	Sonstige Messwerte.....	8
3.8	Morphometrie und Schichtungsverhalten	9
4	Lage zu Oberflächengewässern und Schutzgebieten	10
4.1	Oberflächengewässer.....	10
4.2	Schutzgebiete	12
5	Kriterien für die Zustandsbewertung von Baggerseen.....	13
6	Bewertung.....	15
6.1	Sauerstoffhaushalt.....	15
6.1.1	Durchmischung.....	15
6.1.2	Schichtung.....	15
6.1.3	Schwefelwasserstoff.....	16
6.1.4	Ammonium.....	16
6.2	Nährstoffhaushalt.....	17
6.2.1	Sichttiefe und Chlorophyll.....	17
6.2.2	Gesamtphosphor	18
7	Grundwasser.....	19
7.1	Oberstromige Messstelle.....	19
7.2	Unterstromige Messstelle	21

7.3 Zusammenfassung.....	22
8 Prognose.....	22
9 Konfliktbewertung	25
9.1 Seenhaushalt	25
9.2 Benachbarte Oberflächengewässer und Schutzgebiete.....	26
9.2.1 Oberflächengewässer.....	26
9.2.2 Schutzgebiete	27
10 Zusammenfassung.....	28

Tabellen

Tabelle 1: Beprobungen der LfU 1997-2001.....	3
Tabelle 2: Abstände zwischen Kiesabbau und Oberflächengewässern	11
Tabelle 3: Kriterien für die Zustandsbewertung natürlicher Seen, aus LFU (2004)	13
Tabelle 4: Kriterien für die Zustandsbewertung von Baggerseen in Baden-Württemberg	14
Tabelle 5: Analysewerte an den Grundwassermessstellen und in den Baggerseen 2011-2022	19
Tabelle 6: Kenngrößen für kritisch belastete Baggerseen (aus: LFU 2004)	29
Tabelle 7: Gesamtdarstellung der Einstufung der relevanten Parameter aus den Messungen 1997-2001	29

Abbildungen

Abbildung 1: Lage des Kiesabbaus zu umliegenden Oberflächengewässern; rot = genehmigte Abbaugrenze, gelb = geplante Erweiterungen.....	10
Abbildung 2: Lage von Wasserschutzegebieten (grün/gelb) und Überschwemmungsgebieten (blau) in der Umgebung des Kiesabbaugebiets.....	12

Anlagen

Ergebnisse der See- und Grundwasseruntersuchungen 2009-2022	Anlage 1
---	----------



Koch GmbH & Co. KG: Kiesabbau Rißtissen

Antrag auf Erweiterung (Planfeststellung) – UVP: Schutzgut Wasser / Oberflächengewässer

Ergebnisse der Seewasseruntersuchungen durch die LfU 1997-2001 Anlage 2

1 Einleitung

Das Kiesabbaugebiet Rißtissen umfasst derzeit 7 größere und kleinere Baggerseen:

Bag- gersee	Fläche (Stand Sommer 2023)	Lage im Abbau- gebiet „Rötelfeld“	Kiesab- bau	Aktuelle Nutzung	Planung
See 1	2,8 ha	Südwesten	abge- schlossen	Angelsee, Entnahme Kieswaschwasser	Angelsee
See 2	7,1 ha	Süden	abge- schlossen	Angel-/Badenutzung, Naturschutz	Naturschutzsee (großes Röhricht)
See 3	19,0 ha	zentral	läuft	Kiesabbau, Einleitung Kieswaschwasser, Angeln	Fortsetzung Kie- sabbau Ostufer
Kleiner See	0,3 ha	Nordwesten	abge- schlossen	„Landschaftssee“ mit ex- tensiver Ufernutzung (Mahd)	„Landschaftssee“
See 4	14,2 ha	Norden	abge- schlossen	„Landschaftssee“, Angeln	„Landschaftssee“
See 5	5,3 ha	Nordosten	ruht	-	„Landschaftssee“
See 6	3,5 ha	Westen	läuft	Kiesabbau	Naturschutzsee

- See 2 und 3 sind durch einen geschütteten Damm getrennt. Eine schmale Öffnung im Damm sorgt für eine Verbindung beider Seen.
- See 3 wird sich durch die geplante Einleitung von Kieswaschwasser noch verkleinern.
- Kleiner See und See 4 besitzen eine kanalartige Verbindung.
- See 4 und See 5 sind seit Herbst 2013 durch den Kiesabbau verbunden. Zwischen beiden Seen wird ebenfalls ein Damm geschüttet.

Die Wassertiefe der Baggerseen beträgt i.d.R. bis 6 m (Abbausohle: Untere Süßwassermolasse ohne verwertbare Kiesvorkommen).

Die Spiegelschwankungen in den Baggerseen zwischen mittlerem Hochwasser (HW) und mittlerem Niedrigwasser (NW) betragen ca. 30-40 cm (Betrachtungszeitraum 2010-2013, Lattenpegelmessungen).

Die jährlichen max. Spiegelschwankungen können aber bis 1 m hoch ausfallen (2010-13), am donaunahen See 6 auch bis zu 1,5 m.

2 Methodik

Am Abbaugelände bestehen 2 regelmäßig beprobte Grundwassermessstellen, 1 oberstromig, 1 unterstromig:

- Oberstromige Messstelle (Entnahmestelle 1, „BK 2“) = LfU-Nr. 2018/667-5, ca. 130 m S der Südspitze des Sees 2, Ausbautiefe 2013 8,3 m
- Unterstromige Messstelle (Entnahmestelle 2, „Pegel 1“) = LfU-Nr. 2002/667-6, ca. 20 m N der Nordspitze von See 4, Ausbautiefe 2013 5,65 m

Die Grundwasserfließrichtung verläuft ca. in nordöstliche Richtung zur Donau hin.

Beide Messstellen werden seit 2003 jährlich 1* beprobt (2003-2010 i.d.R. September/Okttober, seit 2011 im Juli parallel zur Seengebeprobung).

Eine Beprobung in den Baggerseen findet seit 2011 regelmäßig im Sommer statt, in Absprache mit dem Landratsamt an wechselnder Stelle:

Beprobung im Juli	See 1	See 2	See 3	See 4	See 5	See 6
2010						X (Sept)
2011		X				
2012		X				
2013		X				
2014				X		
2015	Keine Messungen					
2016	X					
2017	X					
2018	X					
2019						X
2020					X	
2021			X			
2022						X

Die Analyseergebnisse seit 2009 (Grundwasser + Seewasser) sind in Anlage 1 beigelegt. Aus den Tabellen in Anlage 1 ist auch der jeweilige Untersuchungsumfang abzulesen (chemische und physikalische Parameter). Die im Seewasser untersuchten Parameter sind dabei auf die Grundwasserbeprobungen abgestimmt. Probennahme und Analyse wurden i.d.R. vom Institut Alpha, Wasser- und Umweltanalytik, Ulm, durchgeführt.

Aus der Vergangenheit liegen außerdem einzelne Beprobungen der LfU aus den Seen 1, 2 und 3 vor:

Tabelle 1: Beprobungen der LfU 1997-2001

Seebezeichnung nach LfU	Seebezeichnung der Fa. Koch	Beprobungszeitpunkte durch die LfU	Seinerzeitiger Status / Nutzung
ADK 714	See 3, seit 2004 geteilt in See 3 und See 4	10.08.1999	Kein Abbau mehr, teilweise rekultiviert; in sehr kleinem Umfang Badenutzung, Angelnutzung?
ADK 715	See 2	10.08.1999	Abbau, Einleitung von Kieswaschwasser zur Landrückgewinnung, Ufer im Süden rekultiviert; in geringem Umfang Badenutzung, Angelnutzung?
ADK 716	See 1	03.03.1997 25.04.2000 08.08.2001	Rekultiviert; Angelgewässer; Entnahme von Kieswaschwasser; durch Rohre mit See 2 verbunden

Die Untersuchungsergebnisse der LfU sind in der Anlage 2 enthalten.

3 Bestandsbeschreibung

Folgende Angaben bezüglich des Seenchemismus beruhen v.a. auf den LfU-Untersuchungen von 1997-2001. Die seit 2010 erhobenen Seewasser-Daten werden mit den alten Messwerten abgeglichen. Sie enthalten aber überwiegend auf die Grundwasseruntersuchungen abgestimmte Parameter und erlauben zum Untersuchungszeitpunkt (Sommer) keine detaillierten Aussagen zum Seenhaushalt.

Zur Zeit der LfU-Untersuchungen war See 2 der aktive Baggersee (Kiesabbau), während in den Seen 3 (seit kurzem) bzw. 1 (seit längerem) der Kiesabbau ruhte.

Die Seen 1 und 3 konnten daher als fortgeschrittenes Entwicklungsstadium von See 2 betrachtet werden. Die „Altersunterschiede“ waren z.T. anhand der chemisch-physikalischen Parameter erkennbar.

Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse beschränken sich, soweit nicht anders angegeben, auf die Sommerbeprobungen 1999 (Seen 2 und 3) sowie 2001 (See 1).

3.1 Tiefenprofile von Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert

Die fehlende Temperaturschichtung im August belegt die erwartete vollständige Durchmischung des Wasserkörpers während des gesamten Jahres (polymiktische Seen). Ursache ist die geringe Tiefe der Baggerseen aufgrund der Lagerstätteengeologie. Das Vertikalprofil der Leitfähigkeit zeigt die weitgehend gleichmäßige Verteilung der Ionen über die gesamte Wassersäule. Die pH-Wert-Verteilung weist auf die CO₂-Zehrung infolge Photosyntheseaktivitäten im gesamten Wasserkörper hin.

Die geringfügige Abnahme des pH-Wertes am Gewässerboden der Seen 1 und 3 ist auf CO₂-Freisetzungen durch natürliche Abbauprozesse im Sediment zurückzuführen.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **pH-Wert:** Wie bereits in den alten LfU-Messungen ist der pH-Wert mit i.d.R. > 8 im Sommer in allen vermessenen Baggerseen sehr hoch (Photosynthese).
- **Leitfähigkeit:** Wie bereits in den alten LfU-Messungen ist die Leitfähigkeit mit i.d.R. < 300 µS/cm vergleichsweise niedrig, deutlich niedriger als im oberstromigen Grundwasser.

3.2 Sauerstoffverhältnisse und Sedimentzehrung

Bis in eine Tiefe von 4 m sind die Seen 2 und 3 1999 gut mit Sauerstoff versorgt (9,4 mg/l). Ab dieser Tiefe nimmt die Sauerstoffkonzentration ab. Im See 2 wird 2001 über Grund eine Sauerstoffkonzentration von 4,5 mg/l festgestellt. Im See 3 wird am Seeboden eine O₂-Konzentration von 0,1 mg/l gemessen. Im See 1 nimmt bereits ab einer Tiefe von 2 m die Sauerstoffkonzentration stark ab. Über dem Grund beträgt im See 1 die O₂-Konzentration noch 0,3 mg/l. Der Unterschied in der Sauerstoffversorgung über Grund weist auf die unterschiedliche Sedimentzehrung in den bodennahen Wasserschichten hin. In den seinerzeit „älteren Seen“ (1 und 3) hat sich in stärkerem Maße Feinschlamm angesammelt. Dies führt zu einem erhöhten Sauerstoffbedarf am Seegrund.

Dauerhafte Sauerstoffdefizite treten in den Seen 2 und 3 nicht auf. Auch im See 3 besteht das Sediment aus grauem bzw. ockerfarbenen Feinschlamm ohne Sedimentgeruch. Der Oxidationszustand in beiden Seen ist demnach aerob. Eine Schwefelwasserstoffbildung wurde nicht festgestellt.

Es konnte 1999 von einer ausreichenden Sauerstoffversorgung der Seen 2 und 3 ausgegangen werden. Durch die Zirkulation des Wasserkörpers wird ständig Sauerstoff von der Wasseroberfläche nachgeliefert. Auch durch den Einstrom rel. sauerstoffhaltigen Grundwassers ist die Sauerstoffversorgung langfristig gewährleistet. Die Ergebnisse, besonders der Sedimentproben, belegen, dass die Sauerstoffdefizite im See 3 mit 0,1 mg/l nur kurzzeitig auftreten.

Der kleinere, vom Kiesabbau am längsten beruhigte See 1 zeigt 2001 am Seegrund eine anaerobe Schicht von ca. 15 cm Stärke. Der Feinschlamm aus dem das Sediment ist olivgrauschwarz, weist jedoch keinen Sedimentgeruch auf. Dieser anaerobe Zustand tritt zumindest während der Sommerstagnation auf. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass der See im Herbst und Frühjahr vollständig durchmischt und so auch die tieferen Schichten mit Sauerstoff versorgt werden.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Sauerstoff und Sedimente:** Seit 2001 wurden keine Tiefenprofile mehr aufgenommen bzw. keine Sedimente mehr untersucht.

Die Seewasserproben werden seit 2010 im Sommer (Juli) aus der oberflächennahen Wasserschicht entnommen. Hier sind aufgrund des Algenwachstums alle Baggerseen regelmäßig mit Sauerstoff versorgt bzw. übersättigt.

Aussagen über die aktuelle Sauerstoffversorgung der Baggerseen über Grund können nicht getätigt werden. Hier sollte das Untersuchungsprogramm künftig ausgeweitet werden (s.u.).

3.3 Chlorophyll und Sichttiefe

Die Sichttiefe war 1999 im See 2 ist bei niedrigen Chlorophyllkonzentrationen geringer, wogegen sie im See 3 bei höheren Chlorophyllkonzentrationen höher ist. Dies belegt, dass die verminderte Sichttiefe im See 2 durch aufgewirbelte mineralische Trübstoffe (Kiesabbau) und nicht durch die Planktondichte gesteuert wird. Die Sichttiefe von See 2 (0,6 m) kann daher nicht als Eutrophierungsparameter herangezogen werden. Die Sichttiefe von See 3 (2,8 m) weist auf einen mäßig produktiven See hin.

Dieser Befund wird durch die Ergebnisse der Chlorophyllmessung bestätigt. Im älteren See 3 war 1999 erwartungsgemäß die Chlorophyllkonzentration und somit die Planktondichte höher als im See 2. Die gemessenen Konzentrationen von 8,8 µg/l (See 2) und 11,6 µg/l (See 3) weisen auf mesotrophe bis leicht eutrophe

Verhältnisse hin. Eine übermäßige Planktonproduktion findet also auch im Sommer nicht statt.

Der See 1 war seinerzeit der älteste der drei Seen. Er wies 2001 mit 27,5 µg/l die höchste Chlorophyllkonzentration auf. Dies ist mit einer vergleichsweise geringen Sichttiefe von 0,9 m verbunden. Der See ist hoch produktiv.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Chlorophyll und Sichttiefe:** Seit 2001 wurden die beiden Parameter nicht mehr aufgenommen. Aussagen über die sommerliche Algenproduktion sind daher nur eingeschränkt möglich. Die Nährstoffverteilung im Grundwasser (oberstromig mehr Phosphat und Nitrat als unterstromig) legen den Nährstoffentzug durch die Baggerseen nahe (Einbau von P und N in Algenbiomasse). Bezüglich dieser Parameter sollte das Untersuchungsprogramm künftig ausgeweitet werden.

3.4 Pflanzennährstoffe (P und N)

Die Stickstoffverbindungen Ammonium, Nitrit und Nitrat sind wichtige Pflanzennährstoffe.

Bei guter Sauerstoffversorgung und erhöhten Wassertemperaturen wird Ammonium durch Nitrifizierer über das Zwischenprodukt Nitrit zu Nitrat umgesetzt. Ammonium kam daher 1999/2001 nur in geringen Konzentrationen vor (0,005 mg/l See 1, 0,02 mg/l See2 und 0,01 mg/l See 3). In Seebodennähe erhöht sich die Konzentration aufgrund des geringeren Sauerstoffangebots in den Seen.

Die gemessenen Nitratkonzentrationen (1,6 mg/l in See1, 1,2 mg/l in See 2 und 0,0 mg/l in See 3) sind ebenfalls gering. Das Nitrat wird während der Vegetationsphase unmittelbar aufgenommen und in Biomasse umgesetzt. Die niedrigen Konzentrationen weisen darauf hin, dass alle pflanzenverfügbaren N-Verbindungen in Biomasse umgesetzt werden. Nitrit tritt dabei als Zwischenprodukt nur in sehr geringen Konzentrationen auf.

Freies Phosphat als wachstumslimitierendes Nährelement erreicht erwartungsgemäß zu Zeiten höchster Produktivität seine geringste Konzentration. In den Seen wurden 1999/2001 nur Konzentrationen von 0,001 mg P/l (Seen 2 und 3) bzw. 0,005 mg P/l (See 1) gemessen. Durch Abbauprozesse freigesetztes Phosphat wird vollständig und unmittelbar vom Plankton aufgenommen und in Biomasse umgesetzt. Freies Phosphat wird aber nicht nur vom Plankton aufgenommen. Die Verfügbarkeit ist in betriebenen Baggerseen (See 2) durch Adsorption an mineralische Feinstpartikel zusätzlich eingeschränkt.

Ein Anstieg des gelösten Phosphats in den bodennahen Wasserschichten durch redoxsensitive Rücklösungsprozesse wurde in den Seen 2 und 3 nicht festgestellt. Dieser Befund weist auf grundsätzlich gute Sauerstoffversorgung in Bodennähe hin. Trotz der anaeroben Situation am Grund des Sees 1 bleibt die

Phosphatkonzentration unverändert.

Das Gesamtphosphat umfasst alle vorhandenen ungelösten und gelösten Phosphorverbindungen in der Wasserprobe und spiegelt daher die in Biomasse eingebaute Phosphatmenge wider. Die festgestellten Konzentrationen in den Seen 2 (25 µg/l) und 3 (29 µg/l) sind gering. Sie weisen auf mesotrophe Verhältnisse hin. Der Anstieg in Seebodennähe (42 µg/l See2 und 39 µg/l See 3) ist bedingt durch die Akkumulation der herabsinkenden phosphorhaltigen organischen Verbindungen durch abgestorbenes Plankton.

In See 1 beträgt die Gesamtphosphorkonzentration 42 µg/l. Dies weist auf mesotrophe bis eutrophe Verhältnisse hin. Wie bei den Seen 2 und 3 steigt am Seeboden die Konzentration an. Im See 1 jedoch deutlich stärker als bei den beiden anderen Seen (126 µg/l).

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Phosphat:** Die Ergebnisse für freies ortho-Phosphat im Seewasser liegen im Sommer durchweg in allen Baggerseen unterhalb der Nachweisgrenze. Ortho-Phosphat ist als Minimumfaktor vollständig in Algenbiomasse eingebaut.
- **Nitrat:** Die Nitratwerte liegen i.d.R. ebenfalls unterhalb der Nachweisgrenze. Ausnahmen bilden die nun ältesten Seen (Kiesabbau eingestellt) 1 und 2 mit zeitweise erhöhten Werten (See 1: 1 von 4 Messungen über der Nachweisgrenze, See 2: 2 von 3 Messungen, + See 5: 1 von 1 Messung). Die Werte bleiben aber mit max. 4,1 mg/l noch max. im moderaten Bereich.
Regelmäßig erhöht sind die Nitratkonzentration im See 6 (2 Messungen, 10-15 mg/l), was wahrscheinlich durch die donanahe Lage nahe der Donau und der Rißmündung erklärt werden kann (Lage nahe am Vorfluter mit Zustrom von nitratreichem Grundwasser aus dem umliegenden Ackerland).

Messwerte für algenverfügbares ortho-Phosphat im Frühjahr („Start-Phosphor“, s. u.) liegen seit 2000 nicht mehr vor. Bezüglich dieses Parameters sollte das Untersuchungsprogramm künftig ergänzt werden.

3.5 Eisen und Mangan

Der Anstieg des Eisens in Seebodennähe geht einher mit den abnehmenden Sauerstoffverhältnisse in den Seen. Dies belegt, dass schwerlösliches Fe (III) in Form von Fe (II) in Lösung geht, was mit der Freisetzung von Phosphat verbunden ist. Wie bereits diskutiert, ist das Freisetzungspotential für Phosphat aus den Sedimenten niedrig, so dass der Nährstoff sofort vom Plankton aufgenommen und nicht angereicht wird. Fe (II) wird dagegen nicht in Biomasse umgesetzt und ist daher im Wasser messbar.

Mangan verhält sich wie Eisen. Unter Sauerstoffarmut wird Mangan freigesetzt, was den Anstieg am Seeboden der Baggerseen erklärt. Mit der zunehmenden Löslichkeit des Mangans sind jedoch keine Nährstofffreisetzungen aus dem Sediment verbunden. Die Mangankonzentration ist daher für die Eutrophierung nicht relevant.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Eisen und Mangan:** Seit 2001 wurden diese Parameter in See- und Grundwasser nicht mehr erfasst.

3.6 Silizium und Kalium

Silizium ist für Kieselalgen, Goldalgen und verschiedene Makrophyten essentieller Nährstoff. Erwartungsgemäß sind 1999/2001 bei maximaler Biomasseproduktion und Inkorporation des Siliziums die Konzentrationen sehr niedrig (0,0 mg/l bis 1,1 mg/l).

Im Wasser der Baggerseen wurden 1999/2001 relativ hohe Kaliumkonzentrationen festgestellt (3,4 mg/l See 1, 3,8 mg/l See 2 und 3,9 mg/l See 3). Erhöhte Kaliumkonzentrationen sind auf das Auswaschen von kaliumhaltigen Düngestoffen zurückzuführen. Kalium lässt sich im Baggersee nachweisen, da Kalium nur in geringen Raten vom Plankton aufgenommen wird.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Silizium und Kalium:** Seit 2001 wurden diese Parameter in See- und Grundwasser nicht mehr erfasst.

3.7 Sonstige Messwerte

Es wurde 1999/2001 keine Schwefelwasserstoffbildung festgestellt. Dies war bei Sulfatkonzentrationen von 18 – 25 mg/l über Grund auch nicht zu erwarten.

Die übrigen Parameter zeigten 1999/2001 keine besonderen Auffälligkeiten und liegen im Rahmen der Erwartungen. Es wurde weder eine Verunreinigung durch anthropogen eingebrachte Salze noch eine organische Belastung des Gewässers durch Abwasser festgestellt. Auch der Gehalt an aromatischen Verbindungen (SAK-Wert) lag im Erwartungsbereich. Eine Beeinträchtigung von Wasserorganismen durch exogen zugeführte Schadstoffe ist nicht zu besorgen.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Chlorid:** Die Seewasserwerte seit 2010 liegen mit i.d.R. 30-35 mg/l etwas höher als 1997-2001 (LfU: 25-30 mg/l), entsprechen aber den Messwerten im umliegenden Grundwasser.
- **Sulfat:** Die Seewasserwerte liegen seit 2017 bei < 20 mg/l (LfU: ca. 25 mg/l) und meist auch niedriger als im umliegenden Grundwasser. Eine Ausnahme bildet der flussnahe See 6 mit 31 mg/l (1 Messwert).
- **TOC** (total organic carbon): Die Seewasserwerte liegen seit 2010 bei 2,5-5 mg/l und entsprechen dem zu erwartenden Algenwachstum. Gering belastete Gewässer weisen einen TOC-Gehalt von 1-2 mg/l auf. Algenblüten führen zu höheren Werten. Der TOC-Wert in stark verschmutzten Gewässern liegt über 10 mg/L (www.wasser-wissen.de).

Der TOC wurde seinerzeit durch die LfU nicht erhoben. Die erhobenen DOC-Werte (dissolved organic carbon, Teilmenge des TOC) von 2-3 mg/l legen aber nahe, dass der TOC seitdem nicht gestiegen ist.

3.8 Morphometrie und Schichtungsverhalten

Seen können bei gleicher externer Nährstoffzufuhr aufgrund ihrer morphometrischen Charakteristika sehr unterschiedliche Eutrophierungserscheinungen aufweisen.

Bei den Baggerseen Rißtissen handelt es sich um polymiktische Flachseen mit einer geringen Tiefe (bis um 6 m) und in der Regel steil ausgebildeten Uferböschungen.

Bei den polymiktischen Flachseen kann der gesamte Wasserkörper aufgrund gleicher Temperatur von Ober- und Tiefenwasser (Homothermie) während des ganzen Jahres zirkulieren, v.a. bei geeignetem Windangebot. Eine stabile thermische Schichtung, wie bei tiefen Seen, stellt sich auch im Sommer selten oder nur zeitweise ein. Dies bedeutet, dass auch während der maximalen Produktionsphase im Sommer der gesamte Wasserkörper vollständig zirkulieren kann.

Im Gegensatz zu tiefen Seen, in denen die Nährstoffe in tiefere Schichten verlagert werden und der Biomasseproduktion entzogen werden, werden in den flachen Seen Rißtissen durch Zirkulationsvorgänge bis zum Gewässerboden die freiwerdenden Nährstoffe aus abgestorbenem Plankton unmittelbar der produktiven Freiwasserzone wieder zugeführt. Dem Phytoplankton steht daher während der Vegetationsperiode im Sommer der gesamte im See und in den Sedimenten vorhandene Nährstoffvorrat zur Verfügung. Die Ergebnisse der Baggerseeuntersuchung haben gezeigt, dass das Nährstoffpotenzial zur Zeit der Probennahme für die Seen 2 und 3 rel. gering ist und nur zu einer mäßigen Biomasseproduktion führt. Im eutrophen See 1 kommt es zu einer starken Biomasseproduktion.

4 Lage zu Oberflächengewässern und Schutzgebieten

4.1 Oberflächengewässer

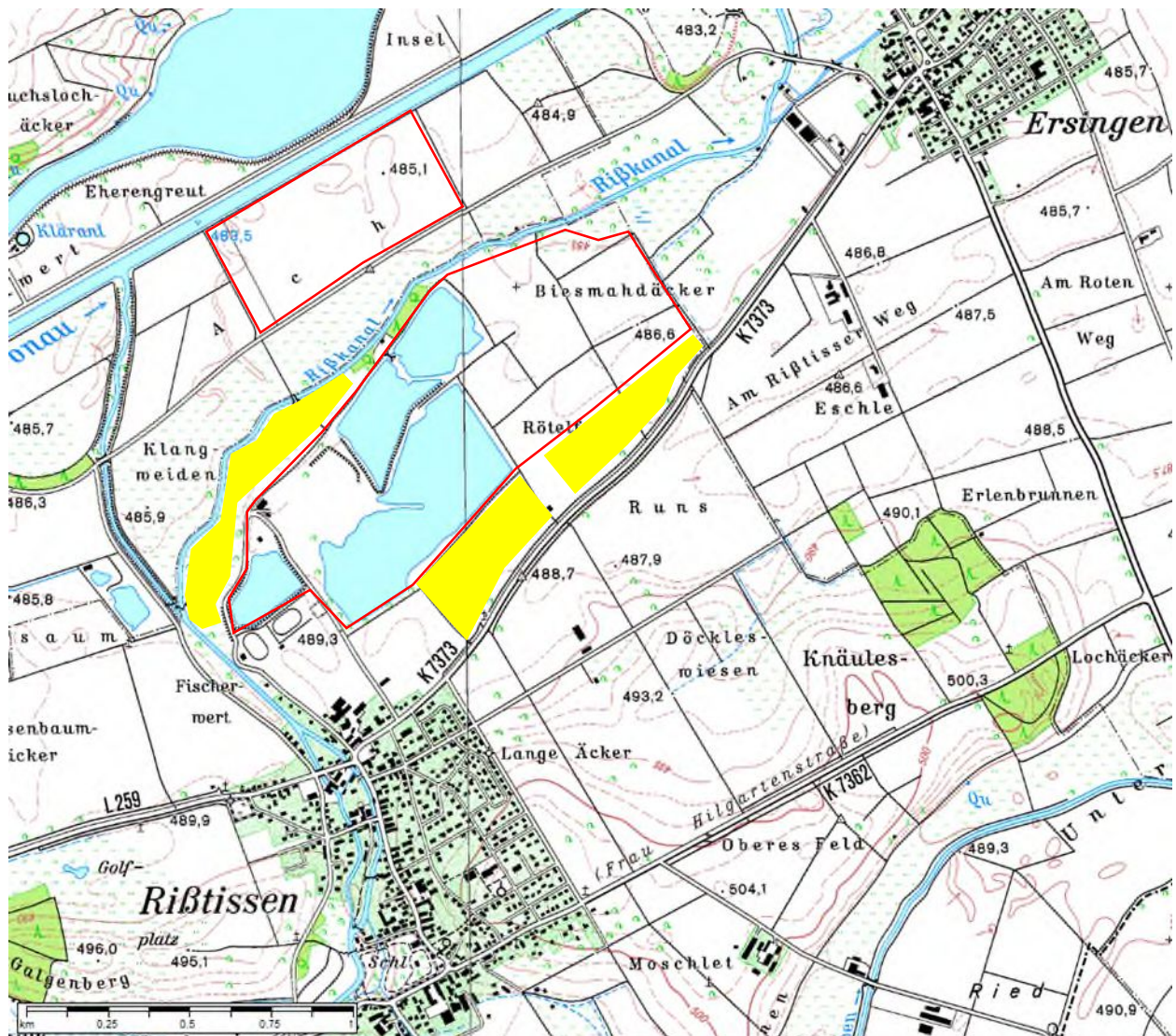


Abbildung 1: Lage des Kiesabbaus zu umliegenden Oberflächengewässern; rot = genehmigte Abbaugrenze, gelb = geplante Erweiterungen

Abbildung 1 zeigt die Lage des Kiesabbaus Rißtissen zu umliegenden Oberflächengewässern.

Tabelle 2 listet die Abstände von genehmigter Kiesabbaufäche bzw. geplanten Erweiterungsflächen zu den jeweiligen Gewässern.

Nächstgelegene Oberflächengewässer sind:

- Donau im Norden
- Riß im Westen = Viehsaumraben; die Riß mündet NW des Kiesabbaus in die Donau
- Rißkanal: Zur Entlastung der unteren Riß; der Rißkanal mündet weiter flussabwärts in die Donau. Er verläuft nahe nördlich des Kiesabbaus und der Nordwest-Erweiterung „Fischerwert“.
- Biesmahdgraben im Osten
- Kleine aufgelassene Kiesgrubengewässer W der Riß.

Tabelle 2: Abstände zwischen Kiesabbau und Oberflächengewässern

Oberflächengewässer	Abstand zu		
	Kiesabbau Bestand	Erweiterung „Fischerwert“ im NW	Erweiterung „Ersinger Straße“ im SO
Donau	25 m (Kiesabbau Ach)	615 m	> 1 km
Riß	110 m (See 1)	25 m	> 500 m
Rißkanal	25 m (See 4)	25 m	> 700 m
Biesmahdgraben	20 m (See 4)	> 1 km	25 m
Aufgelassene Kiesecken	260 m (See 1)	140 m	> 800 m

Bereits der bislang genehmigte Kiesabbau liegt z.T. nahe an benachbarten Oberflächengewässern.

Ein Mindestabstand von 25 m von Baggerseen zu größeren Fließgewässern wird eingehalten. Im Falle des kleineren Biesmahdgrabens, der meist trocken liegt, beträgt der bestehende Abstand 20 m.

Die geplante Erweiterung „Ersinger Straße“ liegt im Südosten, fernab der größeren Gewässer. Sie nähert sich bis 25 m an den Biesmahdgraben an.

Die geplante Erweiterung „Fischerwert“ liegt im NW, in der „Aue“ des Rißkanals. Bereits heute geltende Abstände (25 m) des geplanten Baggersees an die Gewässer Riß und Rißkanal werden aber eingehalten.

An die Untere Riß findet eine Annäherung von heute 110 m auf 25 m statt.

4.2 Schutzgebiete

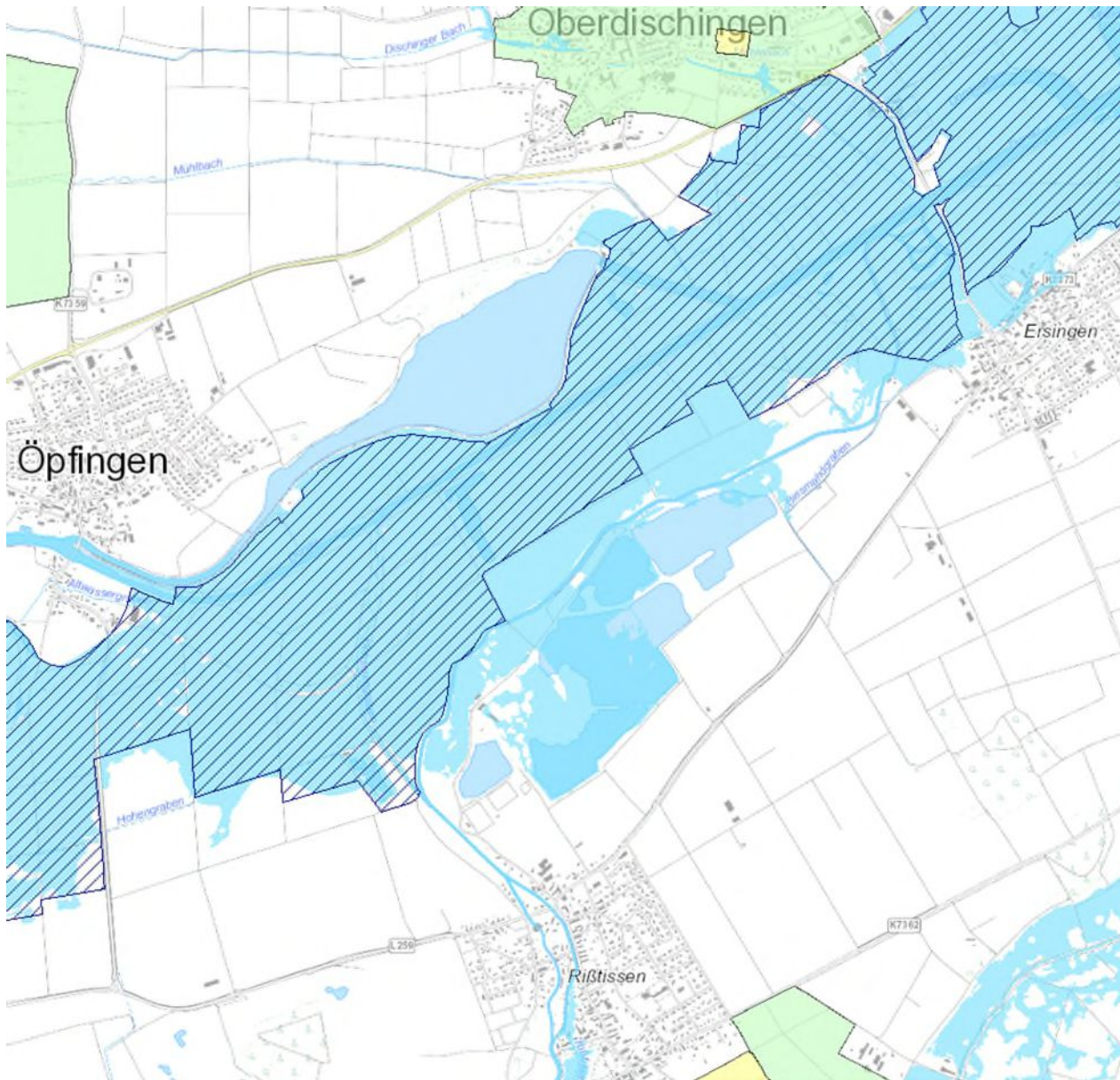


Abbildung 2: Lage von Wasserschutzgebieten (grün/gelb) und Überschwemmungsgebieten (blau) in der Umgebung des Kiesabbaugebiets

Im Bereich der umliegenden Ortschaften sind Wasserschutzgebiete ausgewiesen (s. Abbildung 2: grüne und gelbe Flächen):

- WSG „Rißtissen“ S Rißtissen, 875 m S des Vorhabens
- WSG „Oberdischingen“, 1,8 km N des Vorhabens
- WSG „Öpfingen“, 2 km NW des Vorhabens

Aufgrund des Reichtums an Fließgewässern kommen auch Überschwemmungsgebiete vor (s. Abbildung 2, dunkelblaue Schrägschraffur):

- festgesetztes ÜSG „Donau (Ehingen-Erbach)“ 35 m NW der Erweiterungsfläche „Fischerwert“ = jenseits des Rißkanals
- Überschwemmungsgebiet HQ100 umfasst nahezu die gesamte Erweiterungsfläche „Fischerwert“ sowie teilweise den bestehenden Kiesabbau (Werksbereich, Seen 2-4, 6)

5 Kriterien für die Zustandsbewertung von Baggerseen

Die Zustandsbewertung für natürliche Seen (siehe Tabelle 2) beruht auf der Einstufung des Trophiepotenzials (Gesamtphosphor im Frühjahr), der biologischen Produktivität (Chlorophyll a im Sommer) und der Sauerstoffverhältnisse (Sauerstoffdefizit im Sommer). Zur schnellen Übersichtserhebung an Baggerseen wird von der LfU ein Verfahren angewendet, das zwei Untersuchungen im Jahr vorsieht (LFU 2004¹):

- Zirkulationsphase im Frühjahr: Erfassung des Nährstoffpotenzials.
- Stagnationsphase im Sommer: Erfassung der Biomasse und der Sauerstoffverhältnisse.

Tabelle 3: Kriterien für die Zustandsbewertung natürlicher Seen, aus LFU (2004)

Trophiestufe	oligotroph nährstoffarm, gering produktiv	mesotroph mäßig nährstoffreich, mäßig produktiv	eutroph nährstoffreich, hoch produktiv	polytroph extrem nährstoffreich, stark produktiv
Parameter				
Sichttiefe im Sommer	> 5 m	> 2 m	< 2 m	< 1 m
Gesamt-Phosphor (µg/l) im Frühjahr	< 15	15-45	45-150	> 150
Chlorophyll a (µg/l) im Sommer	< 4	4-12	12-35	> 35

¹ Leitfaden „Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft – Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaus von Kies und Sand“ (LfU 2004)

Die Einstufungen in Trophiestufen scheinen für Baggerseen nicht immer geeignet zu sein. Insbesondere kommt es bei noch in Auskiesung befindlichen Gewässern durch abbaubedingte Trübungen zu veränderten lichtklimatischen Verhältnissen, die sich auf die Produktivität der Algenbiomasse (Chlorophyll) und auf die Sichttiefe auswirken. Bei Baggerseen, in denen die Baggertätigkeit eingestellt ist, treten i. d. R. keine derartigen Erscheinungen auf.

Außerdem sind Baggerseen oft einem Grundwasserzustrom ausgesetzt, der Sauerstoff und Nährstoffe zuführen kann. Gerade im Hinblick auf eine Bewertung führt diese Entkopplung zwischen Nährstoff- und Sauerstoffhaushalt zu weiteren Klassifikationsschwierigkeiten (LFU 2004).

Aus oben genannten Kenngrößen wurde für die Bewertung der Baggerseen in Baden-Württemberg ein dreistufiges (Schnell-) Bewertungssystem abgeleitet. Zusätzlich wird die Mächtigkeit der sauerstoffarmen Wasserschicht berücksichtigt (LFU 2004, siehe Tabelle 3).

Tabelle 4: Kriterien für die Zustandsbewertung von Baggerseen in Baden-Württemberg

Eutrophierungspotenzial		Biologische Produktion		Sauerstoffverhältnisse	
Frühjahr / Zirkulationsphase		Sommer / Stagnationsphase		Sommer / Stagnationsphase	
Nährstoffkonzentration gemessen als Gesamtposphor		Algen-Biomasse gemessen als Chlorophyll a		Mächtigkeit der sauerstoffarmen (< 2 mg/l) Wasserschicht über dem See- boden im Verhältnis zur Gesamttiefe	
0-15 µg/l	gering	0-4 µg/l	gering	0-10 %	günstig
15-45 µg/l	mäßig	4-12 µg/l	mäßig	10-30 %	akzeptabel
> 45 µg/l	hoch	> 12 µg/l	hoch	> 30 %	ungünstig

6 Bewertung

6.1 Sauerstoffhaushalt

6.1.1 Durchmischung

Die nur wenig tiefen Baggerseen durchmischen regelmäßig. Mit der vollständigen Durchmischung werden auch die Sauerstoffvorräte im Tiefenwasser wieder regeneriert.

6.1.2 Schichtung

Für die Seen 1-3 liegt nur je 1 sommerliche Profilmessung aus 2001 bzw. 1999 vor.

Die Mächtigkeit der sauerstoffarmen Wasserschicht (<2 mg/l) über dem Seeboden beträgt 23 % der gesamten Wassersäule in See 1, 37 % in See 3 und 0 % im aktiven See 2. Damit wird in den seinerzeit nicht bebaggerten Seen ein akzeptabler bis bereits ungünstiger Zustand im Sommer erreicht, der aber noch nicht kritisch (> 50%) ist.

Sauerstoffverhältnisse im Sommer	güns- tig	akzep- tabel	un- günstig	kritischer Wert nach LFU (2004)
Mächtigkeit der sauerstoffarmen (< 2 mg/l) Wasserschicht über dem Seeboden im Verhältnis zur Gesamttiefe	0-10 %	10-30 %	> 30 %	> 50 %

Messwerte

	See 1	See 2	See 3
Mächtigkeit in %	23	0	37

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Sauerstoff:** Seit 2001 wurden keine Tiefenprofile mehr aufgenommen. Hier sollte das Untersuchungsprogramm künftig ausgeweitet werden.

6.1.3 Schwefelwasserstoff

Bei keiner Messung wurde im Tiefenwasser Schwefelwasserstoff festgestellt.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Schwefelwasserstoff:** Der Parameter wurde seit 2001 nicht mehr erfasst.

6.1.4 Ammonium

Einstufung	Schädliche Sauerstoffarmut über Grund, kritischer Wert nach LFU (2004)
NH ₄ -N (mg/l) Tiefenwasser im Sommer	> 1,5

Messwerte

	See 1	See 2	See 3
NH₄-N in mg/l	1,50	0,12	0,06

Die gemessenen Werte liegen in See 2 und 3 unterhalb des kritischen Werts, 2001 in See 1 jedoch sehr nahe am kritischen Wert (Sauerstoffarmut über Grund).

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Ammonium:** Der Parameter wurde seit 2001 nicht mehr erfasst. Hier sollte das Untersuchungsprogramm künftig ausgeweitet werden.

6.2 Nährstoffhaushalt

6.2.1 Sichttiefe und Chlorophyll

Trophie- stufe	oligotroph nährstoffarm, ge- ring produktiv	mesotroph mäßig nährstoffreich, mäßig produktiv	eutroph nährstoffreich, hoch produktiv	polytroph extrem nährstoffreich, stark produk- tiv, kritischer Wert nach LFU (2004)
Sichttiefe im Sommer	> 5 m	> 2 m	< 2 m	< 1 m

Messwerte

	See 1	See 2	See 3
Sichttiefe in m	0,90	0,60	1,80

Trophiestufe	oligotroph nährstoffarm, gering produktiv	mesotroph mäßig nährstoffreich, mäßig produktiv	eutroph nährstoffreich, hoch produktiv	polytroph extrem nährstoffreich, stark pro- duktiv, kritischer Wert nach LFU (2004)
Chlorophyll a (µg/l) im Som- mer	< 4	4-12	12-25	> 25

Messwerte

	See 1	See 2	See 3
Chlorophyll a in µg/l	27,5	8,8	11,6

Die Verfügbarkeit von Nährstoffen war 1999/2001 in den Seen 2 und 3 eingeschränkt. Sie limitiert das Planktonwachstum. Die Ergebnisse der Sichttiefenmessung (See 3) und der Chlorophyllkonzentration (See 2 und 3) belegen, dass auch im Sommer das Gewässer nur mäßig produktiv (mäßige Planktondichte) ist.

Die verminderte Sichttiefe im See 2 ist durch aufgewirbelte mineralische Trübstoffe und nicht durch die Planktondichte erklärbar.

Die geringe Sichttiefe und die hohe Chlorophyllkonzentration in See 1 belegen hier jedoch einen hoch produktiven See.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Sichttiefe und Chlorophyll:** Diese wichtigen Parameter wurden seit 2001 nicht mehr erhoben. Hier sollte das Untersuchungsprogramm künftig ausgeweitet werden.

6.2.2 Gesamtphosphor

Trophiestufe	oligotroph nährstoffarm, gering produktiv	mesotroph mäßig nährstoffreich, mäßig produktiv	eutroph nährstoffreich, hoch produktiv, <u>kritischer Wert</u> nach LFU (2004)	polytroph extrem nährstoffreich, stark produktiv
Gesamt-Phosphor (µg/l) <u>im Frühjahr</u>	< 15	15-45	45-150	> 150

Messwerte

	See 1 1997	See 1 2000
Gesamt-P in µg/l	33	39

Für See 1 liegen nur 2 Frühjahrsmessungen vor (1997, 2000). Danach deutet der Start-Phosphorgehalt im Frühjahr auf mesotrophe Verhältnisse hin.

Folgemessungen seit 2010 durch Koch:

- **Gesamt-Phosphor im Frühjahr:** Dieser wichtige Parameter wurde seit 2001 nicht mehr erhoben. Hier sollte das Untersuchungsprogramm künftig ausgeweitet werden.

7 Grundwasser

Ein Vergleich der Grundwasserdaten ober- bzw. unterstromig der Kiesseen erlaubt eine Aussage darüber, wie gut die Baggerseen an den umliegenden Grundwasserkörper angebunden sind. Parallel zu den Grundwasseruntersuchungen wird seit 2010 Baggerseewasser beprobt.

7.1 Oberstromige Messstelle

Tabelle 4 zeigt die Spannweiten der Grundwassermessungen ober- und unterstroms 2011-2022, im Vergleich zu den parallel entnommenen Baggerseeproben.

Die meisten gemessenen Parameter zeigen keinen Trend im Zeitverlauf (2011-2022). Ausnahme: Die oberstromigen Leitfähigkeitswerte scheinen anzusteigen, sie liegen seit 2018 immer über 700 µS/cm.

Tabelle 5: Analysewerte an den Grundwassermessstellen und in den Baggerseen 2011-2022

Parameter	Oberstrom	Baggerseen	Unterstrom
Temperatur in °C	7,0 – 13,7	19,5 – 26,6*	13,4 – 19,8
pH-Wert	6,9 - 7,3	8,2 – 8,5*	7,2 - 7,5
Leitfähigkeit in µS/cm	586 - 813	294 - 593	361 - 560
Sauerstoff in mg/L	3 - 7,9	6,0 – 13,0* (Oberfläche)	<0,1 – 1,8
Sauerstoffsättigung in %	30 - 76	72 – 160* (Oberfläche)	< 1 - 19
Gesamthärte in °dH	16,7 – 22,2	5,9* – 12,3	10,6 – 13,7
Carbonathärte in °dH	13,9 – 19,6	4,5* – 11,5	5,3 – 13,1
Chlorid in mg/L	27,3 – 41,0	23,8 – 39,0	25,9 – 30,59
Nitrat NO ₃ in mg/L	8,6 – 33,3	< 0,5 – 9,3	< 0,5 – 10,1
Sulfat SO ₄ ²⁻ in mg/L	19,9 - 28	14,7 – 31,0	9,3 - 22,0
Ortho-Phosphat PO ₄ ³⁻ in mg/L	0,40 - 0,47	< 0,03 - < 0,1	< 0,03 - 0,27
TOC (tot. org. Carbon) in mg/L	1,1 - 1,9	2,1 – 4,6*	0,6 - 3,0

* Max.- bzw. Min.-Wert erreicht im Juli 2022 in See 1

In der Regel handelt es sich im Zufluss um sauerstoffhaltiges Grundwasser. Nur in 1 von 12 Jahren fiel der Sauerstoffgehalt auf unter 50%. Zuströmendes sauerstoffreiches Grundwasser wirkt sich positiv auf den Wasserhaushalt der Baggerseen aus. Im Bereich Donau/Oberschwaben bestehen oft kleinräumig wechselnde Sauerstoffgehalte im Grundwasser, in der Regel liegen sie jedoch $> 4 \text{ mg/L}^2$.

Das beprobte Wasser wird aufgrund seiner elektrischen Leitfähigkeit als ein gut mineralisiertes Grundwasser eingestuft. Das oberstromige Grundwasser ist mit $> 14^\circ\text{dH}$ als hart zu bezeichnen. Leitfähigkeit und Härte können im zufließenden Grundwasser stark schwanken.

Nährstoffverhältnisse:

Die zulaufenden Nitratwerte liegen i.d.R. bei 25-30 mg/l, unterliegen aber starken Schwankungen. Dies entspricht landesweit überdurchschnittlichen Nitrat-Werten (www.grundwasserdatenbank.de, Landesdurchschnitt 2017-2021: 18-18,4 mg/l).

Die Werte liegen noch unter dem in der Grundwasserverordnung festgelegten Schwellenwert von 50 mg/l.

Die Nitratwerte liegen über dem mittleren Nitratwert für den Alb-Donau-Kreis 2019-21 (21,9 mg/L, Grundwasserdatenbank).

Die zufließenden Phosphatwerte (PO_4^{3-}) sind mit 0,40-0,47 mg/l rel. konstant. Dies entspricht hohen ortho-Phosphat-Werten, die über dem Landesdurchschnitts liegen (www.grundwasserdatenbank.de).

Die Werte liegen nur knapp unter dem in der Grundwasserverordnung festgelegte Schwellenwert von 0,5 mg/l.

Erhöhte Phosphatgehalte weisen auf eine Infiltration von Oberflächenwasser oder eine Verunreinigung durch Abwasser oder Dünger hin. Phosphorgehalte $> 50 \mu\text{g/l P}$ (entsprechend $> 0,15 \text{ mg PO}_4/\text{L}$) im zuströmenden Grundwasser können die Nährstoffbilanz im Baggersee deutlich verschlechtern und wesentlich zur Eutrophierung beitragen (LFU 2004).

pH-Wert und Gesamthärte liegen in einem für oberschwäbische Verhältnisse typischen Bereich (s. Grundwasserdatenbank). Die festgestellten Chlorid- und Sulfatwerte sind geogen bedingt und unbedenklich. Auch andere Parameter zeigen keine Besonderheiten.

² LFU (2004): Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft. Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaues von Kies und Sand. Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie 88. Karlsruhe

7.2 Unterstromige Messstelle

Die Messwerte der unterstromigen Messstelle sind im Vergleich zu den Ergebnissen oberstromig sowie im Baggersee in Tabelle 4 dargestellt.

Die unterstromigen Messwerte zeigen deutliche Unterschiede zu den oberstromigen: Die unterstromigen Werte gleichen sich an die des Baggersees an.

Es ist daher mit einer Anbindung des Grundwassers an das Baggerseewasser zu rechnen. Unterstromiges Grundwasser nimmt, zumindest für eine gewisse Fließstrecke, die Eigenschaften des Baggerseewassers an:

- Zunahme von Wassertemperatur und pH-Wert,
- deutliche Abnahme der Leitfähigkeit und der Gesamthärte,
- z.T. erhebliche Abnahme der Stoffkonzentrationen (Nitrat, Phosphat, Sulfat, Chlorid, Baggersee als Stoff-falle).

Der erhöhte TOC-Gehalt im Baggersee wird im Grundwasser schnell ausgefiltert.

Sauerstoffverhältnisse:

Die unterstromigen Sauerstoffkonzentrationen sind gegenüber dem Oberstrom deutlich reduziert, obwohl zumindest ein Teil des Baggerseewasser mit Sauerstoff angereichert ist. Inwieweit Eine sauerstoffarme Tiefenschicht im Baggersee zur Sauerstoffabnahme im Grundwasser beiträgt, bleibt ungeklärt, da keine aktuellen Profilmessungen vorliegen.

Möglicherweise ist der ursprüngliche Grundwasserstrom im Bereich der Messstelle auch gestört (Verfällungen im Bereich des Kiesabbaus), so dass hier lokal langsam fließendes oder stagnierendes Grundwasser vorliegt, mit entsprechend höherer Sauerstoffzehrung.

Im Hydrogeologischen Gutachten der Hydro-Data (2023) wird für das Grundwassermodell vereinfacht angenommen, dass über weite Strecken im Randbereich der Baggerseen durch Verfällungen das ursprüngliche Grundwasser-Fließverhalten verändert ist.

Die vorliegenden physikalisch-chemischen Messungen in den Baggerseen, in ober- und unterstromiger Grundwassermessstelle legen dies nicht zwingend nahe.

In Teilbereichen ist das Fließverhalten sicher gestört (z.B. Dammschüttungen zwischen den Seen), in anderen Bereichen (an den äußeren Baggerseerändern) handelt es sich nur um oberflächliche Verfällungen, oberhalb des Grundwasserspiegels.

7.3 Zusammenfassung

Nach den vorliegenden Untersuchungen besteht eine gewisse Anbindung der Baggerseen Koch an den umliegenden Grundwasserkörper. Die Anbindung wird im hydrogeologischen Gutachten aufgrund der Ausweisung großer Verfüllstrecken als gering bezeichnet. Dies zeichnet sich in den chemisch-physikalischen Messwerten von Baggersee- und Grundwasser nicht ab.

Das zufließende Grundwasser ist überwiegend sauerstoffreich und auch sehr nährstoffreich. Es führt in manchen Jahren hohe Konzentrationen an Phosphat, Nitrat und Kalium mit sich und ist in Verbindung mit der geringen Seetiefe Hauptursache der Eutrophierung. Der hohe Nährstoffgehalt liegt wahrscheinlich in der hohen Intensität der Landwirtschaft im Einzugsgebiet begründet (Düngereinsatz).

Abfließendes Grundwasser ist immer deutlich an Nährstoffen abgereichert. Die Baggerseen wirken als Nährstofffalle.

8 Prognose

Im Kiesabbaugebiet verbleiben nach dem Kiesabbau mehrere Baggerseen. Es handelt sich um polymiktische Flachseen.

Seen, an denen der Abbau eingestellt wurde, entwickeln sich schnell zu einem eutrophen Stoffhaushalt. Nährstoffzufluss erfolgt v.a. aus dem Grundwasser (Umland: Intensive landwirtschaftliche Nutzung). Gefährdungen hinsichtlich der Wasserqualität sind gegenwärtig noch nicht erkennbar. Die Seen durchmischen regelmäßig. Damit werden Defizite über Grund wieder regeneriert. Außerdem erfolgt Zustrom sauerstoffhaltigen Grundwassers.

Mit dem Vorhaben „Abbauerweiterung“ sind weitere Seen geplant. Auch für diese wird eine Entwicklung zum eutrophen Flachsee vorausgesagt.

Anzustreben ist aus limnologischer Sicht eine möglichst große Seenfläche ohne Hindernisse, so dass die Durchmischung durch Windereignisse erleichtert wird.

Durch die Erweiterung des Kiesabbaus werden die Baggerseen in folgender Weise verändert:

Erweiterung „Ersinger Straße“:

- See 5 im Osten wird nach Süden, zur Kreisstraße hin, vergrößert.

Durch die „Rückgabefläche“ (Flst. 1557) aus dem bestehenden Abbaug Gebiet, die nicht abgebaut werden kann, verkleinert sich See 3 im Ostteil, während See 5 nach Westen anwächst.

See 5: Vergrößerung von ca. 11 ha (genehmigte Planung 2014) auf 22 ha (neu)

See 3: Verkleinerung von ca. 22 ha auf ca. 13 ha.

- Südlich der Seen 2 und 3 entsteht ein neuer See 7 (ca. 8 ha).

Erweiterung „Fischerwert“:

Die Erweiterungsfläche soll im Anschluss an den Kiesabbau wiederverfüllt werden. Hier entsteht kein dauerhafter Baggersee. Der nur zeitweise bestehende See wird daher im Folgenden nicht mehr betrachtet.

Insgesamt beläuft sich die neue Seenfläche durch die neue Planung auf ca. 10 ha. Die bisher geplante Seenfläche (genehmigt 2014 beträgt ca. 60 ha. Durch die neue Planung vergrößert sich die Seenfläche damit um ca. 1/6.

Prognose:

Es bestehen Prognoseunsicherheiten aufgrund fehlender geeigneter Baggerseeuntersuchungen (Profilmessungen im Sommer- / Winterhalbjahr, Sichttiefe, Chlorophyll, Start-Phosphor etc.).

- **See 1:** Der Kiesabbau ist abgeschlossen, der See wird als Angelsee genutzt. Es handelt sich um einen rel. kleinen See, mit windbremsendem Baumbestand am S- und W-Ufer. Die Durchmischung des Seenwassers kann hier deshalb eingeschränkt sein. Es handelt sich um den ältesten See. Durchmischung des Seenkörpers findet ggf. auch durch die gegenwärtig noch stattfindende Kieswaschwasserentnahme statt. Der See ist daher aktuell in noch keinem schlechten Gewässergütezustand. Eine Angelnutzung ist bislang durch die Gewässergüte noch nicht eingeschränkt.
In der Prognose wird diesem See nach Aufgabe der Kieswaschwasserentnahme am ehesten Eutrophierungsprobleme vorhergesagt (geringe Größe, fehlender Windangriff, Seenalter).
- **See 2:** Der Kiesabbau ist abgeschlossen, der See wird in Anteilen zum Angeln zum Baden bzw. für den Naturschutz (großes Röhricht) genutzt. Es handelt sich um einen großen See, mit windbremsendem Baumbestand am S- und W-Ufer. Eine sommerliche Durchmischung des Seewassers ist aufgrund der Seengröße hier möglicherweise nicht eingeschränkt, bzw. nur in Teilbereichen. Es handelt sich um einen älteren See, der inzwischen wahrscheinlich schon rel. eutrophiert ist. Der See befindet sich aktuell in noch keinem schlechten Gewässergütezustand. Eine Angeln- und Badenutzung ist bislang durch die

Gewässergüte noch nicht eingeschränkt.

Mit der geplanten Kiesabbauerweiterung bleibt der See unverändert.

- **See 3:** Hier findet aktuell noch Kiesabbau statt, außerdem wird hier Kieswaschwasser eingeleitet. Der See dürfte daher ausreichend durchmischt und in einem noch günstigen Gewässergütezustand sein. Es handelt sich um einen großen See, ohne windbremsendem Baumbestand am S- und W-Ufer. Mit der geplanten SO-Erweiterung „Ersinger Straße“ wird der See 3 noch einmal vergrößert. Dies wird sich positiv auf die Gewässergüte auswirken (vergrößerte Windangriffsfläche).
- **See 4:** Der Kiesabbau ist abgeschlossen, der See wird in Anteilen zum extensiven Angeln genutzt („Landschaftssee“). Es handelt sich um einen großen See; aufgrund seiner lang gestreckten Form in Hauptwindrichtung besitzt er keinen nennenswerten windbremsendem Baumbestand. Eine sommerliche Durchmischung des Seewassers ist aufgrund der Seenausrichtung hier wohl gewährleistet. Es handelt sich um einen noch jungen See mit wahrscheinlich noch günstigem Gewässergütezustand. Der See wird durch die geplante Erweiterung nicht mehr verändert und besitzt aktuell auch aufgrund seiner Ausrichtung eine rel. günstige Prognose bez. der Gewässergüte.
- **See 5:** Hier fand bis vor Kurzem noch Kiesabbau statt bzw. wird hier zukünftig wieder aufgenommen. Der See dürfte daher ausreichend durchmischt und in einem noch günstigen Gewässergütezustand sein. Es handelt sich um einen sich noch vergrößernden See, ohne windbremsendem Baumbestand am S- und W-Ufer. Mit der geplanten SO-Erweiterung „Ersinger Straße“ wird der See 5 noch einmal vergrößert. Aus aktueller Sicht ist die Prognose für die Gewässergüte günstig (ausreichende Größe, ausreichender Windangriff, junges Alter).
- **See 6:** Hier findet aktuell noch Kiesabbau statt. Wegen höherer Nitratwerte hat dieser See nahe Donau und Riß höheres Eutrophierungspotenzial. Er ist zudem rel. klein und quer zur Windrichtung ausgebildet. An dieser Stelle ist allerdings kein bleibender See geplant: Das Gelände soll am Ende in einen an die Donau angeschlossenen Altarm umgebaut werden.

9 Konfliktbewertung

9.1 Seenhaushalt

Zur Ermittlung von Konflikten, die durch die geplante Kiesabbauerweiterung entstehen können, werden die weitere Entwicklung der Seen mit und ohne Erweiterung betrachtet.

In einer übersichtlichen Matrix wird dies in folgender Tabelle dargestellt.

Dabei bedeutet

- grün: günstige Eigenschaft / Prognose
- rot: ungünstige Eigenschaft / Prognose
- gelb: mittlere Eigenschaft / Prognose

Ge- wäs- ser	Alter	Größe	Wind	Durch- mi- schung	Ge- wäs- ser- güte	Prognose ohne Er- weiterung	Prognose mit Erweiterung	Konflikt durch Er- weiterung
See 1	alt	klein	behin- dert	Zuk. Kri- tisch*	Kri- tisch?	Eutrophie- rung	Keine Verände- rung zum IST- Zustand	Kein Kon- flikt
See 2	alt	groß	behin- dert	mittel	Zuk. Kri- tisch?	Eutrophie- rung	Keine Verände- rung zum IST- Zustand	Kein Kon- flikt
See 3	jung	groß	frei	gegeben	Aktuell gut	Noch güns- tig	Vergrößerung des Baggersees	Kein Kon- flikt
See 4	jung	groß	frei	gegeben	Aktuell gut	günstig	Keine Verände- rung zum IST- Zustand	Kein Kon- flikt
See 5	jung	groß	frei	gegeben	Aktuell gut	günstig	Vergrößerung des Baggersees	Kein Kon- flikt
See 6	jung	klein	quer	mittel	Mittel?	Wird Alt- arm	Keine Verände- rung zum IST- Zustand	Kein Kon- flikt

Ge- wäs- ser	Alter	Größe	Wind	Durch- mi- schung	Ge- wäs- ser- güte	Prognose ohne Er- weiterung	Prognose mit Erweiterung	Konflikt durch Er- weiterung
See 7	Zuk. jung	groß	frei	Zuk. ge- geben	Zuk. güns- tig?	-	Langsame Eu- trophierung	kein Kon- flikt
See 8	Zuk. jung	mittel	See schmal	Zuk. Kri- tisch?	Zuk. Kri- tisch?	-	Schnelle Eutro- phierung, wird aber verfüllt	Kein dauer- hafter See, kein Kon- flikt

* nach Einstellung Entnahme Kieswaschwasser

Durch den geplanten Kiesabbau entstehen an den **Seen 1, 2, 4 und 6** keine Veränderungen. Durch das Abbauvorhaben entsteht hier **kein Konflikt**.

Durch den geplanten Kiesabbau werden die Seen 3 und 5 vergrößert, was sich positiv auf den Seenhaushalt auswirkt (**kein Konflikt**).

Auf der geplanten Westerweiterung des Kiesabbaus („Fischerwert“) entsteht nur zwischenzeitlich ein neuer Baggersee Nr. 8. Aufgrund der topografischen Verhältnisse (Nähe zum Rißkanal) erhält dieses Gewässer nur eine schmale Seenform. Damit und durch den deckenden Baumbestand am Rißkanal ist ein ausreichender Windangriff zur Förderung einer regelmäßigen Durchmischung ggf. nicht gewährleistet. Die Gewässergüte kann rel. schnell einen kritischen Zustand erreichen. Der See wird aber wiederverfüllt (**kein Konflikt**).

Der neue See Nr. 7 auf der Erweiterung „Ersinger Straße“ ist dagegen unkritischer zu sehen: Er ist breiter, größer und ca. entlang der Hauptwindrichtung ausgerichtet (Förderung der Durchmischung, **kein Konflikt**).

9.2 Benachbarte Oberflächengewässer und Schutzgebiete

9.2.1 Oberflächengewässer

Donau und **Untere Riß** bilden die Vorflut für den Grundwasserstrom im Untersuchungsgebiet.

- Donau: Der bestehende Kiesabbau im Abbaugbiet Ach liegt bereits heute in einem Mindestabstand (Baggersee<> Fluss) von 25 m zur Donau. Durch die geplanten Erweiterungen findet keine weitere Annäherung an die Donau statt (Mindestabstand > 600 m, **kein Konflikt**).
- Riß: Der bisherige Kiesabbau (See 1) hielt einen liegt Mindestabstand von 110 m zur Riß im Westen ein. Durch die Erweiterung „Fischerwert“ findet eine deutliche Annäherung statt. Der geplante Abbau bleibt aber, wie im Falle der Donau, in einem Mindestabstand von 25 m zum Fluss (**kein Konflikt**).

Die an den See 4 angrenzenden Fließgewässer **Rißkanal** und **Biesmahdgraben** sind abgedichtet und haben keinen Kontakt zum Grundwasserleiter im Bereich der Baggerseen. Diese Fließgewässer werden durch den Kiesabbau nicht angeschnitten und es verbleibt ein ausreichend großer Abstand (25 m). Grundsätzliche Konflikte für die Fließgewässer sind daher nicht zu erwarten (**kein Konflikt**).

Die nächstliegenden **stehenden Gewässer** sind die aufgelassenen Kiesgrubengewässer westlich der Erweiterungsfläche „Fischerwert“ (Mindestabstand 140 m). Diese liegen jenseits der unteren Riß und werden daher vom geplanten Kiesabbau ebenfalls nicht berührt (**kein Konflikt**).

9.2.2 Schutzgebiete

- Wasserschutzgebiete (**WSG**): Der Mindestabstand des Abbauvorhabens beträgt 875 m = Abstand zwischen Erweiterungsfläche „Ersinger Straße“ und WSG „Rißtissen“ weiter südlich. Die Erweiterungsfläche liegt im Abstrombereich des WSG. Dadurch und durch den hohen Abstand sind keine negativen Auswirkungen auf das WSG zu erwarten (**kein Konflikt**).
- Überschwemmungsgebiete (**ÜSG**): Der bestehende Kiesabbau „Ach“ liegt bereits heute innerhalb des ausgewiesenen ÜSG „Donau“. Die geplante Erweiterung „Fischerwert“ liegt außerhalb des ÜSG. Ein Mindestabstand von 35 m wird eingehalten (**kein Konflikt**).
- Überschwemmungsgebiet **HQ100**: Der bestehende Kiesabbau liegt z. T. im Überschwemmungsbereich, der rechnerisch alle 100 Jahre von einem Donauhochwasser überflutet wird. Auch die Erweiterung „Fischerwert“ liegt nahezu vollständig innerhalb des HQ100.

Ein Konflikt für die Überschwemmungsflächen lassen sich dadurch nicht ableiten: Auch die neu entstehende Baggerseefläche steht als Rückhalteraum für Hochwasserereignisse zur Verfügung, kann sogar noch mehr Wasser aufnehmen (**kein Konflikt**).

10 Zusammenfassung

Das Kiesabbaugebiet Rißtissen umfasst derzeit 7 größere und kleinere Baggerseen:

Baggersee	Fläche (Stand Sommer 2023)	Kiesabbau
See 1	2,8 ha	abgeschlossen
See 2	7,1 ha	abgeschlossen
See 3	19,0 ha	läuft
Kleiner See	0,3 ha	abgeschlossen
See 4	14,2 ha	abgeschlossen
See 5	5,3 ha	ruht
See 6	3,5 ha	läuft

Die Wassertiefe der Baggerseen beträgt i.d.R. bis 6 m.

Die Spiegelschwankungen in den Baggerseen zwischen mittlerem Hochwasser (HW) und mittlerem Niedrigwasser (NW) betragen ca. 30-40 cm. Die jährlichen max. Spiegelschwankungen können aber bis 1 m hoch ausfallen, am donaunahen See 6 auch bis zu 1,5 m.

Methodik:

Am Abbaugebiet bestehen 2 regelmäßig beprobte Grundwassermessstellen, 1 oberstromig, 1 unterstromig. Die Grundwasserfließrichtung verläuft ca. in nordöstliche Richtung zur Donau hin. Beide Messstellen werden seit 2003 jährlich einmal beprobt.

Eine Beprobung in den Baggerseen findet seit 2011 regelmäßig im Sommer statt, in Absprache mit dem Landratsamt an wechselnder Stelle. Die im Seewasser untersuchten Parameter sind dabei auf die Grundwasserbeprobungen abgestimmt. Aus der Vergangenheit liegen außerdem einzelne Beprobungen der LfU aus den Seen 1, 2 und 3 vor:

Bestand und Bewertung Baggerseen

Folgende Angaben bezüglich des Seenchemismus beruhen v.a. auf den LfU-Untersuchungen von 1997-2001. Die seit 2010 erhobenen Seewasser-Daten werden mit den alten Messwerten abgeglichen. Sie enthalten aber überwiegend auf die Grundwasseruntersuchungen abgestimmte Parameter und erlauben zum Untersuchungszeitpunkt (Sommer) keine detaillierten Aussagen zum Seenhaushalt.

Tabelle 6 zeigt die Schwellenwerte für die Einstufung eines Baggersees als „kritisch belastetes“ Gewässer. Tabelle 7 zeigt die bisher ermittelten Untersuchungsergebnis für die relevanten Parameter in Stufen und farblich abgesetzt.

Grün = oligotropher Zustand bzw. günstiger Sauerstoffhaushalt

Gelb = mesotropher Zustand bzw. akzeptabler Sauerstoffhaushalt

Orange = eutropher Zustand bzw. ungünstiger Sauerstoffhaushalt

Rosa = krit. Werte bez. Nährstoff- bzw. Sauerstoffhaushalt überschritten

Tabelle 6: Kenngrößen für kritisch belastete Baggerseen (aus: LFU 2004)

Kenngröße	Kenngrößenwert	Kritischer Wert	Hinweise
Algenbiomasse (Ende Sommerstagnation)	Chlorophyll a	> 25 µg/l	
	Sichttiefe	< 1 m	außerhalb Baggerbetrieb, ohne Tontrübe
Nährstoffe (Zirkulationsphase)	Gesamt-Phosphor	> 45 µg/l	
Tiefenwasser (Ende Sommerstagnation)	Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	> 1 mg/l	
	Ammonium (N-NH ₄)	> 1,5 mg/l	
	Anteil der sauerstoffarmen Schicht	> 50%	< 2 mg O ₂ /l
Vertikale Zirkulationsfähigkeit (Zirkulationsphase)	Tiefenprofil: Temperatur, Sauerstoff, elektr. Leitfähig- keit, pH-Wert	unvollständige Tiefendurchmischung (Meromixis)	
Fischsterben infolge Sauerstoffmangel			

Tabelle 7: Gesamtdarstellung der Einstufung der relevanten Parameter aus den Messungen 1997-2001

Parameter	See1	See 2	See 3
Sichttiefe	polytroph	polytroph	eutroph
Chlorophyll	polytroph	mesotroph	mesotroph
Gesamt-P	mesotroph		
Sauerstoff	akzeptabel	günstig	ungünstig
Schwefelwasserstoff	günstig	günstig	günstig

Parameter	See1	See 2	See 3
Ammonium	ungünstig	akzeptabel	akzeptabel
Zirkulation	günstig	günstig	günstig

Zur Zeit der LfU-Untersuchungen war See 2 der aktive Baggersee (Kiesabbau), während in den Seen 3 (seit kurzem) bzw. 1 (seit längerem) der Kiesabbau ruhte.

Die Seen 1 und 3 konnten daher als fortgeschrittenes Entwicklungsstadium von See 2 betrachtet werden. Die „Altersunterschiede“ sind z.T. anhand der chemisch-physikalischen Parameter erkennbar.

Die geringe Sichttiefe in See 2 beruht auf der aktiven Baggertätigkeit (Tonteilchen) und nicht auf einem Massenaufreten planktischer Algen.

Der See 1 ist der älteste der drei Seen. Er weist die höchste Chlorophyllkonzentration auf. Dies ist mit einer geringen Sichttiefe verbunden. Der See ist hoch produktiv.

Die nur wenig tiefen Baggerseen durchmischen regelmäßig. Mit der vollständigen Durchmischung werden auch die Sauerstoffvorräte im Tiefenwasser wieder regeneriert. Bei keiner Messung wurde im Tiefenwasser Schwefelwasserstoff festgestellt.

Bestand Grundwasser

Es ist mit einer Anbindung des Grundwassers an das Baggerseewasser zu rechnen.

Im Hydrogeologischen Gutachten der Hydro-Data (2023) wird für das Grundwassermodell vereinfacht angenommen, dass über weite Strecken im Randbereich der Baggerseen durch Verfüllungen das ursprüngliche Grundwasser-Fließverhalten verändert ist.

Die vorliegenden physikalisch-chemischen Messungen in den Baggerseen, in ober- und unterstromiger Grundwassermessstelle legen dies nicht zwingend nahe.

In Teilbereichen ist das Fließverhalten sicher gestört (z.B. Dammschüttungen zwischen den Seen), in anderen Bereichen (an den äußeren Baggerseerändern) handelt es sich nur um oberflächliche Verfüllungen, oberhalb des Grundwasserspiegels.

Das zufließende Grundwasser ist überwiegend sauerstoffreich und auch nährstoffreich. Es führt in manchen Nach den vorliegenden Untersuchungen besteht eine gewisse Anbindung der Baggerseen Koch an den umliegenden Grundwasserkörper. Die Anbindung wird im hydrogeologischen Gutachten aufgrund der Ausweisung großer Verfüllstrecken als gering bezeichnet. Dies zeichnet sich in den chemisch-physikalischen Messwerten

von Baggersee- und Grundwasser nicht ab.

Das zufließende Grundwasser ist überwiegend sauerstoffreich und auch sehr nährstoffreich. Es führt in manchen Jahren hohe Konzentrationen an Phosphat, Nitrat und Kalium mit sich und ist in Verbindung mit der geringen Seetiefe Hauptursache der Eutrophierung. Der hohe Nährstoffgehalt liegt wahrscheinlich in der hohen Intensität der Landwirtschaft im Einzugsgebiet begründet (Düngereinsatz).

Abfließendes Grundwasser ist immer deutlich an Nährstoffen abgereichert. Die Baggerseen wirken als Nährstofffalle.

Prognose

Im Kiesabbaugebiet verbleiben nach dem Kiesabbau mehrere Baggerseen. Es handelt sich um polymiktische Flachseen.

Seen, an denen der Abbau eingestellt wurde, entwickeln sich schnell zu einem eutrophen Stoffhaushalt. Nährstoffzufluss erfolgt v.a. aus dem Grundwasser (Umland: Intensive landwirtschaftliche Nutzung). Gefährdungen hinsichtlich der Wasserqualität sind gegenwärtig noch nicht erkennbar. Die Seen durchmischen regelmäßig. Damit werden Defizite über Grund wieder regeneriert. Außerdem erfolgt Zustrom sauerstoffhaltigen Grundwassers.

Mit dem Vorhaben „Abbauerweiterung“ sind weitere Seen geplant. Auch für diese wird eine Entwicklung zum eutrophen Flachsee vorausgesagt.

Anzustreben ist aus limnologischer Sicht eine möglichst große Seenfläche ohne Hindernisse, so dass die Durchmischung durch Windereignisse erleichtert wird.

Es bestehen Prognoseunsicherheiten aufgrund fehlender geeigneter Baggerseeuntersuchungen (Profilmessungen im Sommer- / Winterhalbjahr, Sichttiefe, Chlorophyll, Start-Phosphor etc.).

Konfliktbewertung

Seenhaushalt:

Zur Ermittlung von Konflikten, die durch die geplante Kiesabbauerweiterung entstehen können, werden die weitere Entwicklung der Seen mit und ohne Erweiterung betrachtet.

In einer übersichtlichen Matrix wird dies in folgender Tabelle dargestellt.

Dabei bedeutet

- grün: günstige Eigenschaft / Prognose
- rot: ungünstige Eigenschaft / Prognose

- gelb: mittlere Eigenschaft / Prognose

Ge-wäs-ser	Alter	Größe	Wind	Durch-mi-schung	Ge-wäs-ser-güte	Prognose ohne Er-weiterung	Prognose mit Erweiterung	Konflikt durch Er-weiterung
See 1	alt	klein	behindert	Zuk. Kri-tisch*	Kri-tisch?	Eutrophie-rung	Keine Verän-derung zum IST-Zustand	Kein Kon-flikt
See 2	alt	groß	behindert	mittel	Zuk. Kri-tisch?	Eutrophie-rung	Keine Verän-derung zum IST-Zustand	Kein Kon-flikt
See 3	jung	groß	frei	gegeben	Aktuell gut	Noch güns-tig	Vergrößerung des Baggersees	Kein Kon-flikt
See 4	jung	groß	frei	gegeben	Aktuell gut	günstig	Keine Verän-derung zum IST-Zustand	Kein Kon-flikt
See 5	jung	groß	frei	gegeben	Aktuell gut	günstig	Vergrößerung des Baggersees	Kein Kon-flikt
See 6	jung	klein	quer	mittel	Mittel?	Wird Alt-arm	Keine Verän-derung zum IST-Zustand	Kein Kon-flikt
See 7	Zuk. jung	groß	frei	Zuk. ge-geben	Zuk. güns-tig?	-	Langsame Eu-trophierung	Kein Kon-flikt
See 8	Zuk. jung	mittel	See schmal	Zuk. Kri-tisch?	Zuk. Kri-tisch?	-	Schnelle Eutro-phierung	Kein dauer-hafter See, kein Konflikt

* nach Einstellung Entnahme Kieswaschwasser

Durch den geplanten Kiesabbau entstehen an den **Seen 1, 2, 4 und 6** keine Veränderungen. Durch das Abbauvorhaben entsteht hier **kein Konflikt**.

Durch den geplanten Kiesabbau werden die Seen 3 und 5 vergrößert, was sich positiv auf den Seenhaushalt auswirkt (**kein Konflikt**).

Der neue See Nr. 7 auf der Erweiterung „Ersinger Straße“ ist unkritisch zu sehen: Er ist breit, groß und ca. entlang der Hauptwindrichtung ausgerichtet (Förderung der Durchmischung, **kein Konflikt**).

Benachbarte Oberflächengewässer:

Nächstgelegene Oberflächengewässer sind:

- Donau im Norden
- Riß im Westen = Viehsaumraben; die Riß mündet NW des Kiesabbaus in die Donau
- Rißkanal: Zur Entlastung der unteren Riß; der Rißkanal mündet weiter flussabwärts in die Donau. Er verläuft nahe nördlich des Kiesabbaus und der Nordwest-Erweiterung „Fischerwert“.
- Biesmahdgraben im Osten
- Kleine aufgelassene Kiesgrubengewässer W der Riß.

Bereits der bislang genehmigte Kiesabbau liegt z.T. nahe an benachbarten Oberflächengewässern. Ein Mindestabstand von 25 m von Baggerseen zu größeren Fließgewässern wird eingehalten.

Dies gilt auch für die geplanten Erweiterungen:

- „Fischerwert“: Abstand 25 m zu Rißkanal und Unterer Riß wird eingehalten.
- „Ersinger Straße“: Abstand 25 m zum Biesmahdgraben wird eingehalten.

Es entsteht **kein Konflikt**.

Schutzgebiete:

- WSG „Rißtissen“ südlich Rißtissen, Abstand 875 m südlich der Erweiterungsfläche „Ersinger Straße“.
- ÜSG „Donau (Ehingen-Erbach)“, Abstand 35 m NW der Erweiterungsfläche „Fischerwert“
- Überschwemmungsgebiet HQ100, umfasst nahezu die gesamte Erweiterungsfläche „Fischerwert“ sowie teilweise den bestehenden Kiesabbau (Werksbereich, Seen 2-4, 6)

Die bereits bestehenden Abstände zu Schutzgebieten vergrößern sich durch die Abbauerweiterungen nicht.

Bereits liegt der genehmigte Kiesabbau innerhalb des ÜSG und des HQ100. Ein Konflikt für die Überschwemmungsflächen lassen sich dadurch nicht ableiten: Auch die neu entstehende Baggerseefläche steht als Rückhalteraum für Hochwasserereignisse zur Verfügung, kann sogar noch mehr Wasser aufnehmen (**kein Konflikt**).



Koch GmbH & Co. KG: Kiesabbau Rißtissen

Antrag auf Erweiterung (Planfeststellung) – UVP: Schutzgut Wasser / Oberflächengewässer

Anlage 1:

Ergebnisse der See- und Grundwasseruntersuchungen 2009-2022

Anlage 2:

Ergebnisse der Seewasseruntersuchungen durch die LfU 1997-2001