

# **„Erlenbach Screening – alles im Fluss!“**

## **Eine ökotoxikologische Gewässeranalyse eines schulnahen Fließgewässers unter Berücksichtigung biologischer, chemischer und physikalischer Messungen**

von David Mittag (18), Georg-Büchner-Gymnasium Bad Vilbel, Q3/4, betreut durch Marc Grahmann

Wasser ist die unabdingbare Voraussetzung für Leben und reines Wasser ist ein lebensnotweniges Gut! Im Jahr 2000 wurde die Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) zum Schutz der Oberflächengewässer von der europäischen Union beschlossen. Alle Mitgliedsstaaten haben sich damit verpflichtet für einen „guten ökologischen Zustand“ der europäischen Gewässer zu sorgen. Bei Verfehlung des Zieles drohen Strafzahlungen. Die Richtlinie sollte eigentlich bis 2015 umgesetzt sein, wurde aber bis 2027 verlängert. 2015 waren nur 8,2% der deutschen Oberflächengewässer in dem geforderten Zustand. Von kleinen Flüssen und Bächen mangelt es an konkreten Daten zur systematischen Verbesserung der Fließgewässer.

Das Vorgängerprojekt „Erlenbach-Check“ mit vier Messstellen im Unterlauf des Erlenbachs deutete bereits darauf hin, dass die Abwässer einer 3-stufigen Kläranlage die Wasserqualität belasten und der Rückbau von Bachabschnitten zu einem naturnahen Verlauf allein nicht ausreicht, um die geforderte Gewässergüte zu erreichen. Als konkreter Forschungsbeitrag untersucht das aktuelle Projekt „Erlenbach-Screening“ den Erlenbach umfassend als repräsentatives, kleines Mittelgebirgsfließgewässer von seiner Quelle im Taunus bis zur Mündung in die Nidda. Dafür wurden zehn Messstellen über seinen Verlauf von etwa 30 Kilometern im Ober-, Mittel und Unterlauf etabliert, strukturelle Einstufungen durchgeführt und über ein Jahr hinweg chemische, physikalische und biologische Messungen durchgeführt, um mögliche jahreszeitliche Einflüsse erfassen zu können.

Es konnte gezeigt werden, dass der Bach im Ober- und Mittellauf jahreszeitlich unabhängig ein gutes, stabiles Gewässerökosystem (Güteklasse I & II) darstellt, das den Vorgaben der EG-WRRL entspricht. Von einer 3-stufigen konventionellen Kläranlage werden sicherlich die meisten unerwünschten Stoffe entfernt, aber trotz der Klärleistung verbleiben gut wasserlösliche Stoffe oder schlecht biologisch abbaubare Stoffe im Wasser. Mit der Einleitung von kommunalen Abwässern gelangen Schadstoffe in den Bach, die die Gewässerqualität deutlich verschlechtern (Güteklasse IV). Trotz der Selbstreinigungskräfte, die durch Renaturierungsmaßnahmen positiv unterstützt werden, wurde die gewünschte Güteklasse bis zur Mündung des Erlenbachs in die Nidda nicht mehr erreicht. Verunreinigungen werden also flussabwärts in den nächstgrößeren Fluss weitergetragen.

Der technische Ausbau von Kläranlagen mit verbesserten Klärstufen wird für die nahe Zukunft unentbehrlich und entsprechende Planungen sollten hohe Priorität haben. Bislang gibt es leider nur für sehr wenige anthropogene Spurenstoffe gesetzlich festgeschriebene Grenzwerte.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1.	Umweltbelastung und Rechtlicher Rahmen	1
1.2.	Projektidee	2
<b>2.</b>	<b>Fragestellung</b>	<b>2</b>
<b>3.</b>	<b>Der Erlenbach</b>	<b>2</b>
3.1.	Geografie des Untersuchungsgebiets	2
3.2.	Untersuchungsorte	3
3.2.1.	Einteilung in Messbereiche und Definition von Entnahmestellen	3
3.2.2.	Charakterisierung der Gewässerstruktur der Bachabschnitte	3
<b>4.</b>	<b>Vorgehensweise und Ermittlung der Daten</b>	<b>4</b>
4.1.	Methodik	4
4.1.1.	Bestimmung der chemisch-physikalischen Wassergüte	5
4.1.2.	Bestimmung der biologischen Wassergüte	6
4.2.	Ergebnisse	7
4.2.1.	Ergebnisse der chemisch-physikalischen Wassergüte	7
4.2.2.	Ergebnisse der biologischen Wassergüte	9
<b>5.</b>	<b>Diskussion</b>	<b>11</b>
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>15</b>
<b>7.</b>	<b>Anhang</b>	

# 1 Einleitung

## 1.1. Umweltbelastung und Rechtlicher Rahmen

Wasser ist die wichtigste Ressource auf unserem Planeten und ist für das Leben auf der Erde absolut unersetzlich. Wasser spielt für zahllose Zwecke eine zentrale Rolle; als Trinkwasser, für landwirtschaftliche Bewässerung oder auch als Brauchwasser für technische Prozesse ist es nicht wegzudenken. Jeder dieser Bereiche hat spezifische Anforderungen an die Qualität des genutzten Wassers. Es gelten entsprechend viele verbindliche Rechtsvorschriften mit einzuhaltenden Grenzwerten für unser Wasser. Die Europäische Union hat bereits im Jahr 2000 durch die sogenannte Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) bzw. EG-WRRL [\[Quelle 1\]](#) für alle ihre Gewässer zur Schaffung einer „guten ökologischen Qualität“ gemeinschaftliche und damit international gültige Rechtsvorschriften erstellt. Damit wurde eine einheitliche Wasserpolitik für umweltverträgliches Handeln und Nachhaltigkeit für kommende Generationen als Ziel für Europa gesetzt.

Bis 2015, nach einer Fristverlängerung bis spätestens zum Jahr 2027, sollen die europäischen Flüsse, Bäche und Seen wieder in einem guten chemischen und biologischen Zustand sein. Alle EU-Mitgliedsstaaten sind verpflichtet lokale Umweltziele für Gewässerschutz zu etablieren, umfangreiche Analysen der Flusseinzugsgebiete durchzuführen, Bewirtschaftungspläne zu erstellen und Überwachungsmessnetze nutzen [\[Quelle 2\]](#)[\[Quelle 3\]](#)[\[Buch 1\]](#). Deutschland passte 2002 sein Wasserhaushaltsgesetz (WHG) [\[Quelle 4\]](#) und 2011 die Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV) [\[Quelle 5\]](#) an die EG-WRRL an, welche der Einstufung und dem Schutz des chemischen und ökologischen Zustands der deutschen Gewässer dienen soll [\[Quelle 6\]](#)[\[Quelle 7\]](#). Die Umsetzung obliegt den Bundesländern, welche eigene Bewirtschaftungspläne aufstellen und die Ziele in drei Schritten bis 2027 evaluieren und anpassen sollen [\[Quelle 8\]](#). Die derzeitige, zweite Periode endet 2021. Zur Zeit Pläne werden erstellt, die von 2021 bis 2027 gelten sollen [\[Quelle 9\]](#). 2015 waren lediglich 8,2% der deutschen Oberflächengewässer in dem von der EG-WRRL geforderten „guten ökologischen Zustand“ [\[Quelle 10\]](#). BUND und NABU haben daher Beschwerde bei der Europäischen Kommission gegen die Bundesrepublik eingereicht [\[Quelle 11\]](#) und 2027 drohen beim Verfehlen der Ziele empfindliche Strafen [\[Quelle 12\]](#). Zur effektiven Umsetzung der Bewirtschaftungspläne mangelt es an Daten. Während die größeren Flüsse durch großangelegte Projekte untersucht werden, fallen kleinere Gewässer wie der Erlenbach durch das Netz der Untersuchungen und werden nur selten stichprobenartig untersucht. Doch eben jenes Ökosystem dieser kleinen Zuflüsse ist für die großen Ströme und ihre Organismen essentiell und ist damit wichtig für Aussagen für einen systematischen Gewässerschutz [\[Buch 1\]](#). Daher sind Untersuchungsdaten von kleinen Fließgewässern notwendig und können ausschlaggebende Informationen und Hinweise für allgemein gültige Gewässerverbesserungsmaßnahmen liefern. Für den Erlenbach liegen jedoch nur sporadischen Daten der zuständigen Behörde, dem Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) vor und die Zeit drängt! Die Daten des Projekts werden an die Umweltschutzbehörden und Interessierte weitergeleitet.

## 1.2. Projektidee

Nachdem das Vorläufer-Projekt „Erlenbach-Check“ die Effekte aufwendiger Renaturierungsmaßnahmen sowie den Einfluss von Einträgen der Kläranlage in Ober-Erlenbach analysierte, untersucht das aktuelle Projekt „Erlenbach-Screening“ nun großflächig den gesamten Verlauf des Erlenbachs von der Quelle im Naturpark Taunus bis zur Mündung im dicht besiedelten Raum Bad Vilbel-Massenheim. Ziel ist es Daten zu liefern, um die Wasserqualität des Erlenbachs gezielt an die Ansprüche der WRRL anzupassen und Aussagen für vergleichbare Mittelgebirgsbäche machen zu können sowie die Datenlage der kleineren Zuflüsse in die Nidda zu verbessern. Das Projekt soll damit als konkreter Forschungsbeitrag für die Umweltschutzbehörden dienen.

## 2. Fragestellung

Der Zustand des Gewässers wird durch seine Gewässergüte klassifiziert, die sich aus diversen physikalischen, chemischen und biologischen Faktoren zusammensetzt. Der Nährstoff- und Sauerstoffgehalt, die Sedimenttypen, der Uferbereich und die anthropogene Nutzung beeinflussen in ihrer Gesamtheit die Gewässergüte [\[Quelle 13\]](#).

1. Wie entwickeln sich die, für die Lebensgemeinschaft der Organismen lebensnotwendigen, strukturellen und physikalisch-chemischen Parameter des Erlenbachs in seinem Verlauf von Quelle bis Mündung und welche Einflüsse auf den Stoffkreislauf sind zu beobachten? Gibt es jahreszeitliche Unterschiede?
2. Wie ist die biologische Qualität des Erlenbachs in allen Abschnitten bezüglich der europäischen Wasserrahmenrichtlinie einzuordnen?

Anhand des Erlenbachs, einem wichtigen und repräsentativen Zufluss der Nidda, möchte ich durch die Messung von physikalisch-chemischen Parametern und die Betrachtung von Indikatororganismen zeigen, wie sich die vielfältige menschliche Nutzung der Ressource Wasser auf das Ökosystem Mittelgebirgsbach und auf seine Gewässergüte auswirkt.

## 3. Der Erlenbach

### 3.1. Geografie des Untersuchungsgebiets

Der Erlenbach ist ca. 30km lang [\[Quelle 14\]](#). Er entspringt auf einer Höhe von ca. 590m über dem Meeresspiegel und mündet bei ca. 105m, wodurch sich ein Sohlgefälle von ca. 1,6% ergibt [\[Buch 3\]](#) [\[Quelle 15\]](#). Der Erlenbach ist ein typischer Mittelgebirgsbach, der als limnokrene Quelle im Taunus nah des Sandplackens entspringt, wonach er sich durch mehrere Gemarkungen schlängelt. Ohne festes Bachbett fließt er zunächst steil bergab durch den Stahlhainer Grund, wo er von zahlreichen anderen Quellen gespeist wird. Durch wechselnde Hindernisse, v.a. Baumstämme durch die aktive Forstwirtschaft, bilden sich regelmäßig Staubereiche und der Bach verändert oft seinen Abfluss. In den Sommermonaten trocknet er häufig aus, bis er bei Wehrheim erst auf den Mühlbach und danach auf den Bizzenbach trifft. Anschließend durchfließt der Erlenbach das Köpperner Tal vorbei an der

Saalburgsiedlung (Stadtteil von Wehrheim), Köppern und Burgholzhausen (Stadtteile von Friedrichsdorf), danach Spieß- und Lohwald, wo er vom Seulbach gespeist wird. In Ober-Erlenbach (Stadtteil von Bad Homburg) befindet sich eine Pegelstation und Kläranlage, welche v. a. im Sommer den Hauptteil des Wassers des Erlenbachs einleitet [Quelle 16]. Schließlich durchfließt der Erlenbach Nieder-Erlenbach (Stadtteil von Frankfurt) und mündet im Bad Vilbeler Stadtteil Massenheim in die Nidda [Bücher 2.3.4].

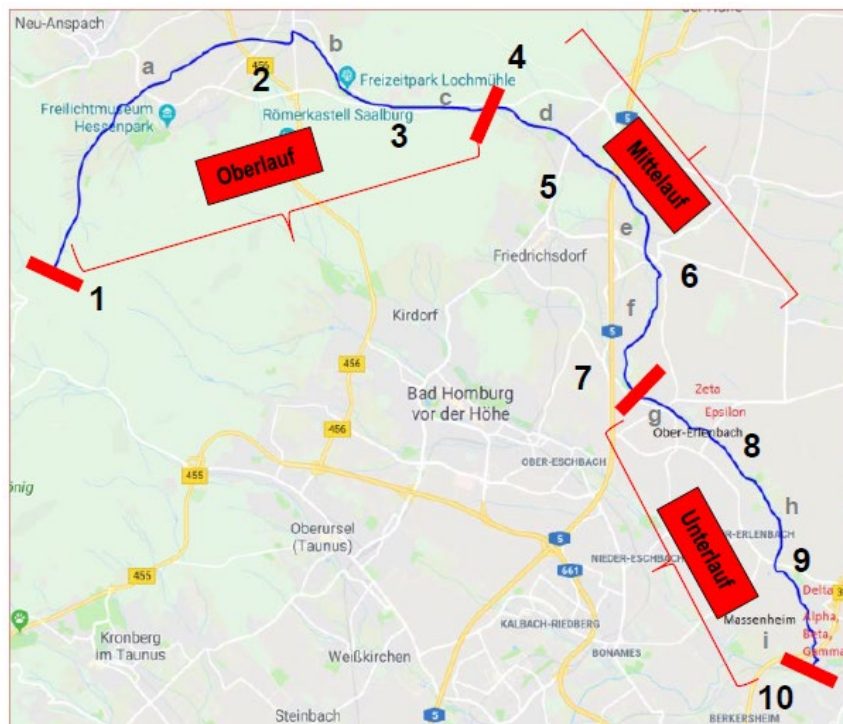
### 3.2. Untersuchungsorte

#### 3.2.1. Einteilung in Messbereiche und Definition von Entnahmestellen

Um den Bach in seinem gesamten Verlauf bewerten zu können, wurde der Erlenbach in drei Messbereiche, den Ober-, Mittel- und Unterlauf, eingeteilt:

- I. Oberlauf - von der Quelle bis ins Köpperner Tal (Entnahmestellen 1 bis 4, Abschnitte a bis c)
- II. Mittellauf - Friedrichsdorf bis Bad Homburg (Entnahmestellen 4 bis 7, Abschnitte d bis f)
- III. Unterlauf - von der Kläranlage Obererlenbach bis zur Mündung in Bad Vilbel (Entnahmestellen 8 bis 10, Abschnitte g bis i)

Als Referenz sind die Entnahmestellen der Untersuchungen des vorangegangenen Projekts (Alpha, Beta, Gamma sowie Epsilon und Zeta) in der Übersichtskarte eingetragen.



#### 3.2.2. Charakterisierung der Gewässerstruktur der Bachabschnitte

Der Erlenbach gehört nach Einstufungen des HLNUG im Ober- und Mittellauf zur Forellenregion und ist dort vom Fließgewässertyp 5 (grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach), im Unterlauf ist er der Äschenregion zuzuordnen und ist dort vom Fließgewässertyp 6 (feinmaterialreicher, karbonatischer Mittelgebirgsbach) [Quelle 17]. Nach Horton & Strahler [Quelle 18] [Buch 1] hat der Erlenbach im Mündungsbereich die IV-Flussordnung. Ausgehend von Parametern der Vereinigung

Deutscher Gewässerschutz [Buch 5], welche so auch vom HLNUG genutzt werden, wurde die Strukturgüte des Erlenbachs erfasst und dokumentiert. Der Bewertungsbogen zur Strukturanalyse befindet sich im Anhang.

**Tabelle 1: Strukturgüte der Bachabschnitte a bis i**

	Oberlauf			Mittellauf			Unterlauf		
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd	Naturnah Beeinträchtigt Naturfremd
I	1	2	3	2	4	1	2	6	5
II	2	2	3	5	3	1	3	4	4
III	2	2	2	5	3	2	4	3	4
IV	1	1	1	3	2	1	4	3	2
V	1	1	2	3	3	2	3	4	2
VI	2	3	3	4	4	3	4	5	5
VII	1	9	1	1	1	1	1	1	1
VIII	2	4	2	6	4	2	7	5	5
IX	3	4	1	3	4	3	5	4	4
Ø	1,7	3,1	2,0	3,6	3,1	1,8	3,7	3,7	3,6

Kriterien	Naturnah: 1 - 3	Beeinträchtigt: 4 - 6	Naturfremd: 7 - 9
I Bachverlauf	natürlich, schlängelnd, abwechslungsreich	Korrekturen sichtbar	Gestreckt, kanalisiert
II Querprofil	Wechselnde Tiefen und Breiten	Leichte Differenzen im Uferbereich	Einheitlich gestaltet
III Längsprofil	Unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten, stehende Bereiche	Abwechselnder Wasserdurchfluss	Einheitliche Fließgeschwindigkeit
IV Sediment / Bachsohle	Vielgestaltig, diverse Substrate	künstliche Eingriffe erkennbar	Künstlich, einheitlich
V Ufer (bis zu 5m entfernt)	Beschattet, vielfältig	Künstlich/ natürlich abwechselnd	gleichförmig
VI Umfeld (bis zu 25m entfernt)	Natürlich gestaltet	Teilweise besiedelt	Urbanisiert, unnatürlich
VII Fischwanderung	Jederzeit möglich	Nur durch niedrige Schwellen (unter 20cm) behindert	Hohe Schwellen (übe 70cm) behindern Wanderung
VIII Urbane Nutzung	Nicht erkennbar	Geringe Auswirkungen erkennbar	Starke Auswirkungen erkennbar
IX Landwirtschaftliche Nutzung	Nicht erkennbar	Geringe Auswirkungen erkennbar	Starke Auswirkungen erkennbar (Güleeinfluss,etc.)

Die Strukturgüte des Erlenbachs kann über seinen gesamten Verlauf insgesamt als gut bezeichnet werden und ist meist naturnah bis gering beeinträchtigt. Es gibt nur wenige Abschnitte, z.B. Gitter im Oberlauf oder kanalisierte Strecken im Unterlauf, die als naturfremd zu sehen sind.

## **4. Vorgehensweise und Ermittlung der Daten**

### **4.1. Methodik**

Um den jahreszeitlichen Einfluss beurteilen zu können, fuhr ich über ein Jahr hinweg im Abstand von jeweils zwei Monaten die 10 Entnahmestellen mit dem Fahrrad ab. Um alle Entnahmestellen/ Messstationen zu erreichen wurden durchschnittlich 2 Tage benötigt.

#### 4.1.1. Bestimmung der chemisch-physikalischen Wassergüte

Folgende Beobachtungen und Parameter wurden auf den erarbeiteten Bögen [\[Anhang\]](#) dokumentiert, die im Anhang zu finden sind: Datum und Uhrzeit, Wetter, Witterung, Außentemperatur, Wassertemperatur an der Oberfläche sowie am Bachgrund und der Wasserpegel. Der Wasserstand wurde mit einem Zollstock gemessen, die Temperaturen jeweils mit zwei verschiedenen Thermometern, wobei bei wiederholten Differenzen der Mittelwert errechnet wurde.

Eine Wasserprobe wurde genommen, indem ein Messgefäß, welches vorher durch das zu untersuchende Wasser gespült wurde, für ca. eine Minute entgegen der Strömung gehalten wurde. Um Messverfälschungen zu vermeiden, wurden die Proben vor Ort mit dem JBL-TESTLAB und dem JBL-CO2 Direkttest analysiert. Die Reagenzien wurden tropfenweise aus Fläschchen zu einer definierten Menge der Wasserprobe zugegeben, der eintretende Farbumschlag mit einer Farbkarte und einer als Kontrolle dienenden Blindprobe, also unbehandeltem Wasser, verglichen. Die Werte wurden abgelesen und protokolliert. Die folgende Tabelle gibt die untersuchten chemischen Parameter an, sowie die Min./Max. Werte des Messbereichs des JBL-TESTLAB-Sets und den optimalen Bereich für Fische [\[Buch 6\]](#).

**Tabelle 2: Parameter der chemischen Tests**

	Min. Max.	Ideal	
pH	3,0 -10	7	Gibt Säuregrad des Wassers an. Dieser sollte möglichst neutral sein, also weder zu sauer noch zu basisch, um unerwünschtes Algenwachstum oder zu geringen Sauerstoffgehalt zu vermeiden.
Sauerstoff (O <sub>2</sub> )	1 - 10 mg/L	> 8 mg/L	Sauerstoff ist für alles Leben notwendig. Wenn Wasser zu warm oder zu wenig bewegt ist, kann es zu Sauerstoffmangel kommen. Sättigung bei 0°C 14,6 mg/L Sättigung bei 20°C 9,1 mg/L "fischkritischer Wert" 3 mg/L
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> )	-	20 - 25 mg/L	Pflanzen brauchen zum Leben Kohlendioxid. Sie produzieren damit den Energieträger Zucker.
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	0,1 – 5,0 mg/L	0,2 mg/L– 0,3 mg/L	Ammonium ist Endprodukt des Eiweißstoffwechsels. Pflanzenreste oder andere organische Substanzen werden vor allem über Bakterien in den Stufen Proteine>Ammonium>Nitrit>Nitrat abgebaut. Bei einem zu basischen pH-Wert, wandelt sich das Ammonium in hochgiftiges Ammoniak um.
Stickstoffdioxid / Nitrit (NO <sub>2</sub> )	0,025 - 1,0 mg/L	< 0,2 mg/L	Nitrit ist ein Fischgift! Es blockiert den Sauerstofftransport der roten Blutkörperchen, so dass Fische innerlich ersticken. 0,5 bis 1 mg/L können je nach Empfindlichkeit tödlich sein.
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	1 - 240 mg/L	< 10 mg/L	Nitrat kann durch Dünger oder Gülle aus der Umgebung kommen. Nitrat unterdrückt das Immunsystem der Fische und erhöht den Fettverbrauch; sie werden leichter krank. Idealerweise ist gar kein Nitrat messbar. Grenzwert laut Trinkwasserverordnung: 50 mg/L
Phosphat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	0,05 - 1,8 mg/L	< 0,5 mg/L	Phosphate sind Pflanzennährstoffe und kommen als Dünger zum Einsatz. Auf den Einsatz von Phosphaten in Waschmitteln wird inzwischen verzichtet, um die Gewässer zu schonen. Es ist auch ein Anzeiger für Fäkalien. Phosphat fördert das Algenwachstum.
Gesamthärte (GH)	7 - 20	12 - 18	Wasserhärte ist Maß für die Gesamtsumme der im Wasser gelösten Mineralien. Je höher der Mineraliengehalt, desto härter ist das Wasser. Mineralien werden von Lebewesen verbraucht.
Karbonathärte (KH)	6 - 18	8 - 14	Karbonathärte bildet ein Puffersystem und verhindert starke Schwankungen des pH-Wertes. Die Karbonathärte sollte idealerweise 50 - 80 % der Gesamthärte betragen.



#### 4.1.2. Bestimmung der biologischen Wassergüte

Jeder Organismus stellt Bedingungen an seine Umwelt, die zum Überleben dauerhaft garantiert sein müssen. Entsprechend hat jedes Lebewesen einen bestimmten Toleranzbereich (ökologische Potenz), in welchem es überleben kann. Organismen, die nur eine geringe ökologische Potenz aufweisen (stenöke Lebewesen), können als Bioindikatoren genutzt werden, um Rückschlüsse über die Umweltbedingungen zu erschließen [Buch 7]. Die Limnologie, also die Wissenschaft der Binnengewässer als Ökosysteme [Buch 1], macht sich dies zu Nutze. Die Gewässergüte wird durch Besiedelung von Organismen ermittelt [Buch 7]. Die Bestimmung der biologischen Gewässergüte erfasst längerfristige Umwelteinflüsse und ist daher aussagekräftiger als die chemische Gewässergüte, die eine Momentaufnahme darstellen. Bei fließenden Gewässern werden makrozoobenthische (tierische Organismen, die mit dem Auge noch erkennbar sind) Saprobien zur Ermittlung der Wasserqualität bestimmt, da diese standortabhängig sind und als Fäulnisbewohner eine geringe ökologische Potenz aufweisen. Sie eignen sich perfekt als Bioindikatoren [Quelle 19] [Bücher 1, 5, 7]. Mittels Bestimmung der Anzahl und Art der gefundenen Organismen an einer Entnahmestelle wird der Saprobienindex (DIN 38410) als Maßstab für die Gewässergüte identifiziert. Die Zuordnung des errechneten Saprobienindex zu einer Gewässergüteklasse erfolgt nach dem spezifischen Fließgewässertyp [Buch 1] [Quelle 20]. Der Bewertungsbogen befindet sich im Anhang.

Bei den biologischen Messungen wurde jeweils eine definierte Zahl an Stichproben (15) genommen. Dazu wurden z.B. Kies und Sand vorsichtig gesiebt, Steine langsam aufgehoben, Blätter und Schlick durchwühlt, usw. Makrozoobenthos wurden behutsam mit Pinzetten gelöst und bestimmt. Ggf. wurden sie in klare Messgefäße umgefüllt und mit einem Mikroskop und Bestimmungsbüchern [Bücher 8, 9, 10, 11, 12] bestimmt. Anschließend wurden sie entsprechend ihrer Häufigkeit kategorisiert:

**Tabelle 3: Saprobien bei biologischen Bestimmungen**

Anzahl Organismen	Häufigkeit
1	0,5
2-4	1
5-8	1,5
9-15	2,0
16-25	2,5
25-40	3,0
>40	3,5

Alle Organismen wurden unter Beachtung der Tierschutzbestimmungen so schnell wie möglich lebend wieder ins Wasser zurückgesetzt. Zur Berechnung der Präzision der Stichprobengenauigkeit der biologischen Messungen wurden 5 unabhängige Messungen an einer Entnahmestelle mit je 15 Proben an unterschiedlichen Objekten durchgeführt und die Indizes ermittelt.

Die Ergebnisse der Bestimmungen befinden sich im Anhang.

**Tabelle 4: Bestimmung der Präzision der biologischen Bestimmungen**

Versuch	Saprobienindex
Messung 1	2,27
Messung 2	2,21
Messung 3	2,24
Messung 4	2,29
Messung 5	2,12



$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

$$\mu = \bar{x} \pm \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

Mit (1) und (2) [Quelle 21] ergab sich ein Mittelwert von  $\bar{x} = 2,226$  mit einer Standardabweichung von  $s = 0,067$ . Durch Berechnung des Vertrauensintervalls (3) [Quelle 22], wobei die Messwerte zu 99,5% im Fehlerintervall liegen (Studentfaktor  $t = 5,598$  [Quelle 23]), erhielt ich eine Abweichung des Saprobienindex von  $\pm 0,17$ . Die errechneten biologischen Messwerte liegen also mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,5% im Bereich von  $\pm 0,17$  des Saprobienindex.

## 4.2. Ergebnisse

### 4.2.1. Ergebnisse der chemisch-physikalischen Wassergüte

Der pH-Wert des Bachs lag im jahreszeitlichen Verlauf stets im praktisch neutralen Bereich. Es zeigte sich, dass der pH-Wert an der Quelle stets im leicht sauren Bereich lag (6,2 bis 6,6) und bis zur Mündung (6,8 bis 7,4) in den neutralen bis schwach alkalischen Bereich anstieg.

Messungen der Wassertemperatur zeigten, dass das Quellwasser während des ganzen Jahres mit einer recht konstanten Temperatur (7,8 bis 9,9°C) aus dem Berg entsprang und sich im Verlauf, vor allem auf der Messstrecke g (zwischen den Entnahmestellen 7 und 8) bis zur Mündung deutlich, aber unkritisch, erwärmte. Die hohen Wassertemperaturen (bis zu 24°C und gefährlich niedrige O<sub>2</sub>-Werte von nur 3,5mg/L) wie beim Vorläuferprojekt Erlenbach-Check im Hitzesommer 2018 beobachtet, wurden bei dieser Messreihe nicht gemessen. Dennoch war das Wasser im Sommer zu warm. In der Forellenregion (Ober- und Mittellauf) sollte es selten wärmer als 10°C sein [Buch 1]. Dieser Richtwert wurde schon ab der Entnahmestelle 3 im Sommer 2020 mehrfach um 5°C überschritten (in Tabelle 4 grau hinterlegt)

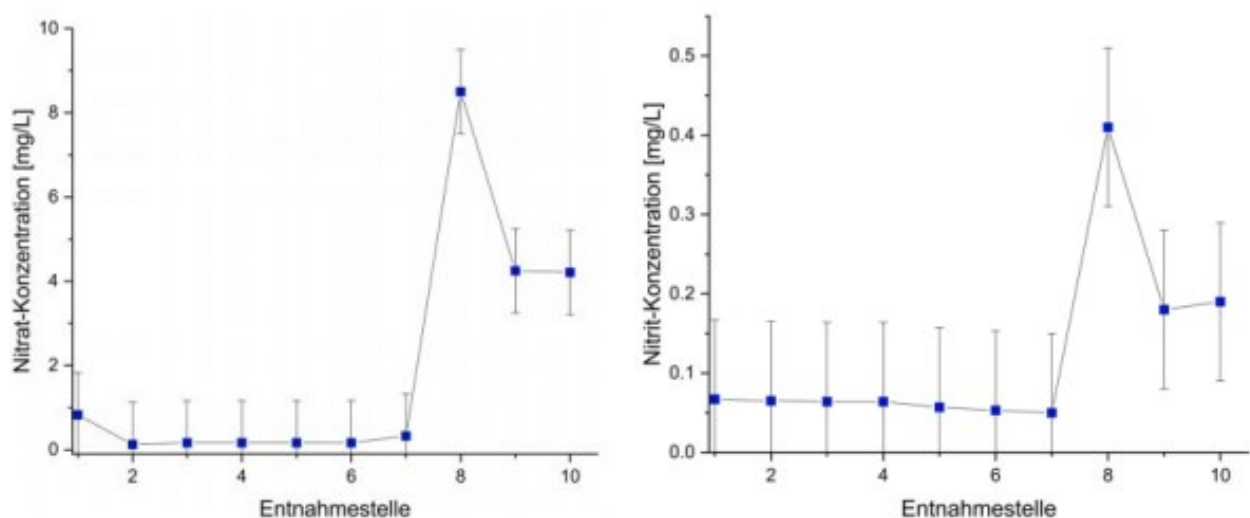
**Tabelle 4: Wassertemperatur an ausgewählten Entnahmestellen**

Datum	Entnahmestelle / Messstelle			
	1 Quelle	7 vor Klärwerk	8 nach Klärwerk	10 Mündung
Nov. 2019	9,9 °C	12,4 °C	14,6 °C	15,1 °C
Jan. 2020	9,8 °C	3,5 °C	6,5 °C	6,2 °C
Mär. 2020	8,4 °C	6,1 °C	6,9 °C	5,6 °C
Mai 2020	7,7 °C	9,6 °C	12,7 °C	11,6 °C
Jul. 2020	8,2 °C	16,3 °C	17,4 °C	16,3 °C
Sep. 2020	9,1 °C	14,0 °C	16,0 °C	19,7 °C
Dez. 2020	7,8 °C	5,2 °C	9,8 °C	7,0 °C

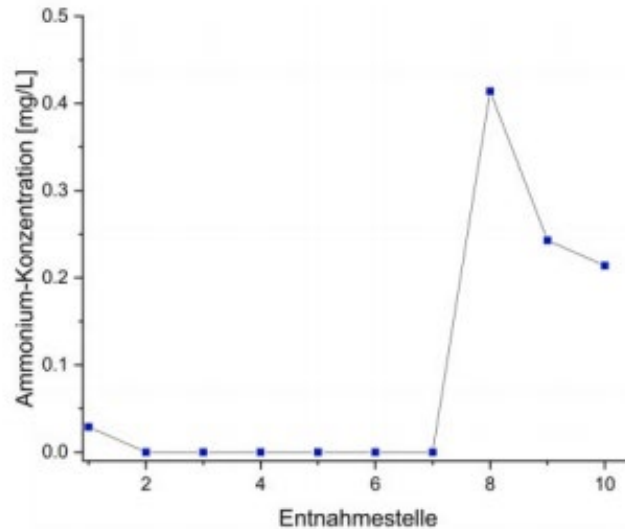
Die O<sub>2</sub>-Werte der aktuellen Messreihe waren stets unbedenklich [Buch 1] und lagen zwischen 8 bis 10 mg/L. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration nahm unterhalb des Klärwerks deutlich zu. Sie rangierte im Ober- und Mittellauf des Baches zwischen 4 und 10mg/L und stieg im Unterlauf auf 12 bis 18mg/L.

Auffallend waren die sehr divergierenden Ergebnisse der Nitrat- und Nitritwerte. Nitrat ist ein wichtiger Nährstoff für Algen und Pflanzen und wird deshalb in der Landwirtschaft als Düngemittel eingesetzt [Quelle 24]. Der gesetzlich festgeschriebene Grenzwert liegt nach der Grundwasserverordnung (GrwV,2010) [Quelle 25] sowie der Trinkwasserverordnung (TrinkwV,2013) [Quelle 26] bei 50mg/L. Von der Quelle bis vor das Klärwerk in Ober-Erlenbach wurde über das gesamte Jahr hinweg eine geringe Nitratkonzentration (<0,5 bis 1mg/L) nachgewiesen. Die Nitratwerte direkt an der Quelle waren immer geringfügig höher als im weiteren Verlauf. Ab der Messstelle 8, also unmittelbar hinter dem Klärwerk, erhöhte sich die Konzentration bei allen Tests signifikant, blieben aber unter dem Grenzwert. Der höchste Wert wurde im Juli 2020 mit 40mg/L ermittelt, der im weiteren Verlauf bis zu Mündung auf 20mg/L abgebaut wurde. Nur im Mai 2020 kam der erhöhte Nitratspiegel wieder auf den ursprünglich niedrigeren Level der vorangegangenen Abschnitte, sonst blieben die Spiegel stets erhöht. Ganz ähnliche Beobachtungen galten für die Nitritspiegel (<0,025 bis 0,1mg/L), die im Bachverlauf nach dem Klärwerk deutlich erhöht waren (bis zu 0,6 mg/L Juli 2020 und 0,4 mg/L im März und Mai 2020) und bis zur Mündung stets auf erhöhtem Niveau blieben.

**Abbildung 1: Durchschnittswerte der Nitrat- und Nitritkonzentration im Verlauf des Erlenbachs**



Ähnliches konnte für die Ammonium-Konzentration nachgewiesen werden. Ammonium entsteht bei der Zersetzung von Proteinen, beispielsweise beim Abbau von Fäkalien. Die Werte direkt an der Quelle waren geringfügig höher als im weiteren Verlauf des Bachs. Während diese von der Quelle bis zur Entnahmestelle 7 vor dem Klärwerk stets auf niedrigem Niveau lag (<0,05 mg/L, nur einmalig im September 2020 an der Quelle 0,2mg/L), lag sie bei allen Tests hinter dem Klärwerk signifikant höher (bis zu 0,6mg/L im März 2020 und im Juli 2020) und fiel bis zur Mündung ab, erreichte aber nicht mehr den niedrigen Wert vor den Einleitungen des Klärwerks.

**Abbildung 2: Durchschnittswerte der Ammoniumkonzentration im Verlauf des Erlenbachs**

In Bezug auf die Wasserhärte wurden ebenfalls erhöhte Werte unterhalb des Klärwerks festgestellt. Das Wasser des Erlenbachs war zwischen den Entnahmestellen 1 bis 6 konstant weich (Gesamthärte (GH) zwischen 2°dH und 8°dH). An der Entnahmestelle 7 kurz vor dem Klärwerk war die Gesamthärte meist leicht erhöht (GH zwischen 4°dH und 10°dH). Ab der Entnahmestelle 8 unterhalb des Klärwerks wurden deutlich erhöhte Werte festgestellt (GH zwischen 6°dH und 14°dH), wobei sie ihr Maximum meist an der Entnahmestelle 9 erreichten. Unterhalb des Klärwerks ist das Wasser des Flusses also mittelhart [\[Quelle 27\]](#). Die Karbonhärte (KH) betrug konstant in etwa 2/3 der Gesamthärte.

#### 4.2.2. Ergebnisse der biologischen Wassergüte

Erwartungsgemäß war die gefundene Anzahl an Organismen in der kalten Jahreszeit geringer. Die Biodiversität zeigte sich im Ober- und Mittellauf als sehr hoch. Oberhalb des Klärwerks wurden oftmals zahlreiche Steinfliegenlarven gefunden, die als äußerst stenöke Organismen Indikatoren für sehr gute Gewässergüte sind [\[Buch 9\]](#). Auffallend war das Fehlen der üblicherweise im Oberlauf zu erwartenden Flohkrebart *Gammarus Fossarum*. (Diese Art wurde auch in den Erhebungen des HLNUG nie im Erlenbach nachgewiesen). Im Mittel- und Unterlauf waren Flohkrebse die häufigste angetroffene Art. Eine eindeutige Veränderung der Artenzusammensetzung war zwischen den Entnahmestellen 7 und 8 zu beobachten. Unmittelbar nach der Kläranlage an der Entnahmestelle 8 war die Biodiversität am geringsten. Hier wurden fast ausschließlich Rollegel, Wasserasseln und weiße Strudelwürmer gefunden, die allesamt eine mangelhafte Wasserqualität anzeigen [\[Buch 7\]](#). Teilweise wurden hier auch Schlammröhrenwürmer gefunden, die auf eine besonders schlechte Gewässergüte hinweisen [\[Buch 5\]](#). An den Entnahmestellen 9 und 10 verbesserte sich die Biodiversität wieder, erreichte aber nicht mehr hohe Niveau des Ober- und Mittellaufs. Die Anzahl der Rollegel und Wasserasseln war hier allerdings immer noch deutlich erhöht. Tabelle 5 fasst die ermittelten Saprobienindizes aller Entnahmestellen und Zeitpunkten sowie die jeweilige Gewässergüte zusammen. Ergebnisse, die nicht der EG-WRRL entsprechen, sind rot hervorgehoben.

**Tabelle 5: Saprobienindex und Gewässergüte**

Datum	Entnahmestelle																			
	1 Quelle		2		3		4		5		6		7 Vor Klärwerk		8 Nach Klärwerk		9		10 Mündung	
	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte	Saprobienindex	Gewässergüte
Nov. 2019	n.b.	-	n.b.	-	1.83	II	1.81	II	1.81	II	2.06	III	1.95	II	2.81	IV	2.22	III	2.26	III
Jan. 2020	1.92	II	1.52	II	1.90	II	1.74	II	1.76	II	1.96	II	1.95	II	2.59	III	2.05	II	2.17	II
Mär. 2020	1.59	II	1.44	I	1.69	II	1.57	II	1.73	II	1.73	II	1.91	II	2.70	III	2.25	III	2.38	III
Mai 2020	1.68	II	1.56	II	1.74	II	1.71	II	1.39	I	1.63	II	1.70	II	2.70	III	2.14	II	2.04	II
Jul. 2020	1.59	II	n.b.	-	1.63	II	1.58	II	1.61	II	1.86	II	1.89	II	2.90	IV	2.28	III	2.43	III
Sep. 2020	1.43	I	n.b.	-	1.49	II	1.66	II	1.76	II	1.96	II	1.88	II	2.84	IV	2.22	III	2.32	III
Dez. 2020	1.45	I	1.42	I	1.71	II	1.69	II	1.73	II	1.98	II	1.89	II	2.88	IV	2.22	III	2.32	III

n.b. = nicht bestimmbar, da zu wenig Wasser

Abb. 3 stellt den Saprobienindex im Verlauf des Jahres an den Messstellen dar. Es zeigt sich, dass die Saprobienindizes pro Messstelle charakteristisch über das gesamte Jahr hinweg recht konstant sind. Dies bedeutet, dass der Messzeitpunkt der Bestimmung kaum Einfluss auf das Ergebnis hat.

**Abbildung 3: Jahreszeitliche Betrachtung des Saprobienindex pro Entnahmestelle (Est.)**

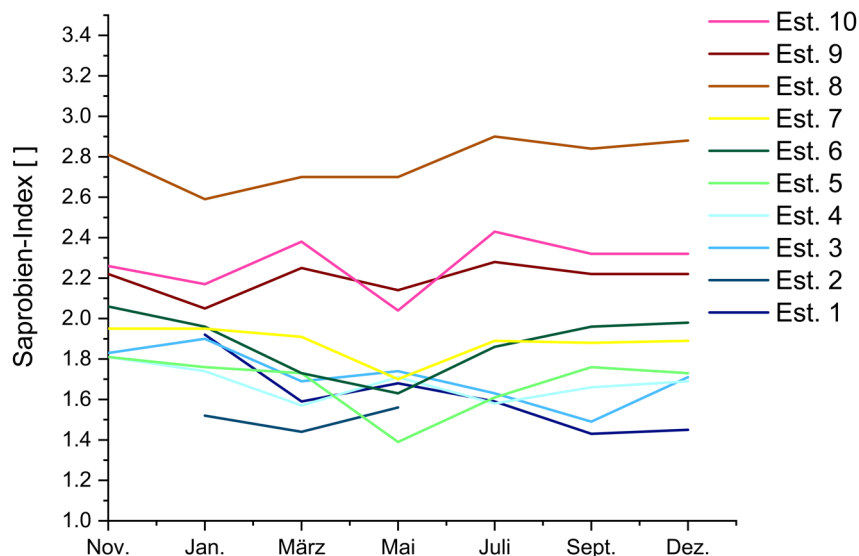
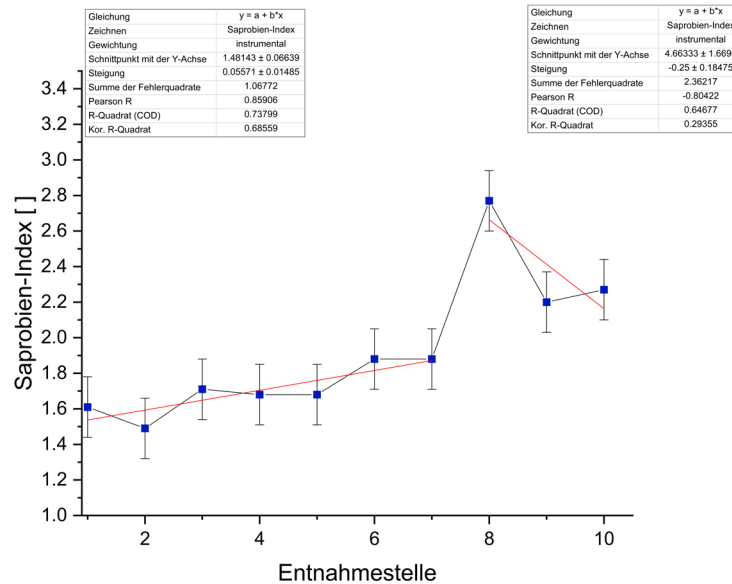


Abb. 4 zeigt die Gewässergüte im Verlauf des Erlenbaches mit den ermittelten Durchschnittswerten jeder Messstelle. Man erkennt deutlich die Verschlechterung der Wasserqualität nach dem Klärwerk.

**Abbildung 4: Betrachtung der gemittelten Saprobienindizes pro Messstelle**



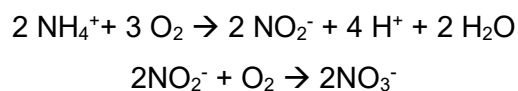
Die Messstellen 1 bis 7 also wiesen über das ganze Jahr hinweg konstant mindestens die gewünschte Gewässergüte II auf und es wurde manchmal im Oberlauf die Gewässergüte I erreicht. Unterhalb des Klärwerks verschlechterte sich die Gewässergüte. Sie war im Frühjahr unmittelbar unterhalb des Klärwerks mäßig (Gewässergüte III), ansonsten unbefriedigend (Gewässergüte IV). An den letzten beiden Entnahmestellen verbesserte sie sich ein wenig. Im Frühjahr war sie gut (Güteklasse II), ansonsten mäßig (Güteklasse III).

## 5. Diskussion

Im Jahr 2015 beschrieben Untersuchungen des HLNUG den ökologischen Zustand des Erlenbachs im Oberlauf bei Köppern bezüglich des Fischbestandes und dem Auftreten spezifischer Schadstoffe als gut, den Zustand des Makrozoobenthos (MZB) sowie der Kieselalgen als mäßig. Diese Untersuchungen zeigten, dass der Bestand an Fischen im Unterlauf bei Ober-Erlenbach immer noch im guten Zustand war, die Kieselalgen nur als mäßig einzustufen waren und der MZB-Bestand wurde als schlecht eingestuft [Quelle 28]. Weitere Untersuchungen des HLNUG stufte 2016 den Erlenbach von der Quelle bis zum Klärwerk in Ober-Erlenbach als gut ein (Güteklasse II) und den Bereich nach dem Klärwerk bis zur Mündung als mäßig (Güteklasse IV) [Quelle 29]. Damit entsprach der Erlenbach bezüglich der EG-WRRL in Teilen als ungenügend. Meine Untersuchungen bestätigen dieses grobe Bild, wobei die Dokumentation der Ergebnisse von 10 Entnahmestellen entlang des Bachverlaufs weitere Feinheiten zeigt.

Grundsätzlich sind physikalisch-chemischen Bestimmungen nur kurze Momentaufnahmen und unterliegen tagesabhängigen Schwankungen, beispielsweise durch die Witterung. Trotz dieser Einflüsse zeigte sich doch über den gesamten Messzeitraum ein einheitliches, jahreszeitlich

unabhängiges Bild. Im Quellbereich wird der Erlenbach nur durch Forstwirtschaft beeinflusst. Im Jahr 2020 wurden rund um die Quelle nahezu alle Bäume gefällt (hauptsächlich Fichten mit starkem Borkenkäferbefall). Daher kam es, dass herumliegende Baumstämme, Nadeln und auch Laub das natürliche Bachbett blockierten. Durch Zersetzungsprozesse [Buch 1] zeigten sich Nitrat- und Ammoniumwerte etwas erhöht, normalisierten sich durch Verdünnung jedoch schnell im Bachverlauf, so dass kaum Eutrophierungsprozesse zu verzeichnen waren. Die Bestimmungen im Bereich des Klärwerks zeigten, dass die Ammonium-(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Nitrat-(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) und Nitrit-(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) und Konzentrationen konstant über das ganze Jahr hinweg durch die Einleitungen signifikant erhöht wurden. Diese Stoffe bauten sich zwar allesamt stets durch die Selbstreinigungskräfte des Gewässers wieder etwas ab, erreichen allerdings nicht mehr das niedrigere Niveau des Oberlaufs. In Fließgewässern stehen Ammonium, Nitrit und Nitrat in einem Abhängigkeitsverhältnis [Buch 1]. Durch Nitrifikation wird Ammonium unter Sauerstoffverbrauch über die Zwischenstufe Nitrit zu Nitrat umgewandelt [Quelle 30] [Buch 7].



Ammonium ist ein wichtiger Indikator für Verschmutzung durch Landwirtschaft oder Abwasser [Buch 1]. Ammonium sollte in keinem Gewässer 0,5mg/L überschreiten, an der Messstelle nach dem Klärwerk wurden bis zu 0,6mg/L gefunden. Der optimale Wert für Fische liegt bei unter 0,3mg/L [Buch 6]. Die Messreihe bestätigt somit die auch schon im Vorläuferprojekt bachabwärts der Kläranlage erhöhten Konzentrationen. Nitrat selbst ist ungefährlich, jedoch kann es bei zu hohen Nitratkonzentrationen zu einer Eutrophierung des Gewässers kommen [Quelle 32] [Buch 1]. Im Beobachtungszeitraum überschritten die Nitratspiegel zwar nie den gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwert von 50mg/L, mit bis zu 40 mg/L lag er doch in einer für Fische bedenklichen Zone [Buch 6]. Nitrit hingegen ist sehr giftig und die Nitritspiegel überschritten im Unterlauf den Grenzwert von 0,5mg/L. Ab dieser Konzentration kann es bei Fischen zu Erstickungen kommen [Buch 6]. So haben sich die Nitritwerte unmittelbar nach dem Klärwerk mit Konzentrationen von bis zu 0,6mg/L als fischgefährlich erwiesen.

Umso mehr Nährstoffe im Wasser sind, desto höher ist der O<sub>2</sub>-Bedarf [Buch 1]. Der Eintrag dieser Nährstoffe führt zu zunächst zu einer Produktionssteigerung von Algen, Wasserpflanzen und Bakterien. Wenn diese Biomasse abstirbt, wird bei ihrem Abbau viel Sauerstoff verbraucht. Außerdem kann es in Folge der Atmung der Algen und Wasserpflanzen nachts zu einer enormen Sauerstoffreduktion kommen, die zahlreiche Arten nicht tolerieren können [Bücher 1, 12]. Da im Erlenbach viel Ammonium und Nitrit vorhanden sind, können diese bei der Umwandlung zu Nitrat dem Gewässer Sauerstoff entziehen. Diese Stoffe könnten in Bezug auf den Sauerstoffgehalt Gefahrenquelle eine für die dort lebenden Fische darstellen, wenn sie in einem Hitzesommer (die durch den Klimawandel vermehrt zu erwarten sind [Buch 13]) dem Gewässer den knappen Sauerstoff entziehen. Dies zeigten beim Vorläuferprojekt 2018 die fischkritischen O<sub>2</sub>-Konzentrationen unterhalb der Kläranlage. Bei niedrigem Sauerstoffgehalt verstoffwechseln anaerobe Bakterien und Pilze per



Methanogenese [\[Quelle 33\]](#) organischer Stoffe zu Kohlenstoffdioxid und Methan, welches eine Erklärung für die erhöhten CO<sub>2</sub>-Werte liefern könnte. Außerdem entsteht durch weitere Stoffwechselprozesse Schwefelwasserstoff [\[Buch 1\]](#), welcher unterhalb des Klärwerks sofort geruchlich erkennbar war.

Die Gesamthärte (GH) gibt die Menge der Konzentrationen der Kationen von Erdalkalimetallen, also die Summe der Mineralien, im Wasser an. Viele Organismen benötigen diese Mineralien für ihre Stoffwechselprozesse. Eine zu hohe oder niedrige Gesamthärte kann daher speziell bei Fischen Krankheiten auslösen. Die Karbonhärte (KH) gibt das Säurebindungsvermögen des Wassers an und ist damit wichtig für das Puffervermögens des pH [\[Quelle 34\]](#). Das Wasser des Erlenbachs war zwischen den Entnahmestellen 1 bis 6 stets weich. An der Entnahmestelle 7 stieg die Wasserhärte meist ein wenig. Ab der Entnahmestelle 8 war das Wasser mittelhart. Das Maximum an der Entnahmestelle 9 lässt sich durch das nebenliegende Feld erklären, da vermutlich sich durch Einspülungen von Düngemittel sich die Wasserhärte erhöhte. Insgesamt lagen die Gesamt- und Karbonhärte stets in einem unkritischen Bereich.

Die repräsentativen biologischen Untersuchungen, die längerfristige Einflüsse sichtbar machen, zeigten, dass der Erlenbach im Oberlauf in einem guten (Güteklasse II), teilweise sogar in einem sehr guten (Güteklasse I), ökologischen Zustand ist. Der Saprobienindex (an der Quelle 1,45 bis 1,92 - bei Messstelle 7 1,70 bis 1,95) verschlechterte sich bachabwärts kontinuierlich leicht, entsprach aber bis zu den Einleitungen vor Entnahmestelle 8 stets den Anforderungen der EG-WRRL. Diese leichte Verschlechterung ist auf die Urbanisierung entlang des Ufers zurückzuführen. Der Bach fließt durch landwirtschaftlich genutzte Felder (Düngung der Äcker) und Viehweiden (Ausscheidungen der Kühe und Pferde) bis das Gewässer durch Ortschaften, wie z.B. der Saalburgsiedlung oder Köppern fließt. Dadurch werden zusätzlich Schadstoffe eingetragen, die jedoch wieder durch die Selbstreinigungskraft des Erlenbachs abgebaut werden. Dies zeigte sich an den fluktuierenden Nitritwerten und der leicht schwankenden Wasserhärte. Gleichzeitig schränkt die Nutzung des Gewässers seine Struktur ein. Es gibt weniger Nischen und Lebensräume für die verschiedenen Arten. Unterhalb des Klärwerks verschlechterte sich der Saprobienindex unabhängig der Jahreszeit deutlich (2,59 bis 2,90). Der Erlenbach entspricht hier nicht mehr den Anforderungen der EG-WRRL (Gewässergüte IV, übermäßig verschmutzt). Durch das Klärwerk steigen die gemessenen Nitrat-, Nitrit- und Ammoniumwerte drastisch an. Die massive Verschlechterung ist nur auf das Klärwerk zurückzuführen, da die Strukturgüte auf den Messstrecken g, h und i wie auch oberhalb des Klärwerks nur leicht beeinträchtigt ist. Trotz der einsetzenden Selbstreinigungskraft des Erlenbachs und der damit einhergehenden Verbesserung der Gewässergüte entsprach der Erlenbach an den Entnahmestellen 9 und 10 nicht der geforderten Gewässergüte (Gewässergüte III).

Die biologischen Bestimmungen zeigten auch, dass das Klärwerk die Biodiversität erheblich beeinträchtigt: die Artenvielfalt war unterhalb des Klärwerks deutlich eingeschränkt. Gleichzeitig fungiert das Klärwerk als Barriere und so keine durchgehende Wanderung für rein wasserlebende Taxa, die die schlechte Gewässergüte unterhalb des Klärwerks nicht tolerieren, ermöglicht. Das



auffällige Fehlen des *Gammarus fossarum*, der empfindlichsten einheimischen Flohkrebsart, im Oberlauf des Erlenbachs ist damit zu erklären.

Veränderungen durch den Klimawandel auf die Gewässerökologie sind komplex und derzeit schwer abschätzbar [Buch 13]. Die Lufttemperatur hat einen entscheidenden Einfluss auf den Wasserkreislauf [Buch 1]. In kleinen Fließgewässern wie dem Erlenbach kann es schon durch kurzzeitige, hohe Extremtemperaturen durch starke Verdunstung zu Niedrigwasser oder gar Austrocknungen kommen, erhöhte Niederschläge können durch Hochwasserwellen die Sedimente verschieben und so die Struktur nachhaltig verändern. Viele Organismen und vor allem die Fische benötigen für ihr Überleben eine Mindestkonzentration Sauerstoff im Wasser. Das Projekt zeigte, dass der Erlenbach manchmal zu wenig Wasser führte und sich zu stark erwärmte. Da die Löslichkeit von Sauerstoff bei steigender Wassertemperatur abnimmt ( $O_2$  Sättigung:  $0^\circ C$ : 14,6 mg/L,  $20^\circ C$ : 9,1 mg/L) [Buch 1], können temperatur- und sauerstoffsensible Lebewesen verdrängt werden. Turbulente Gewässer haben durch ihre größere Oberfläche einen höheren Sauerstoffeintrag, sodass ein naturnaher Zustand einen positiven Beitrag beiträgt. Die Erhöhung des Sauerstoffgehalts unterstützen Wasserpflanzen, die während der Photosynthese Sauerstoff produzieren und ins Wasser abgeben. Dieser Prozess kommt nachts ohne Sonnenlicht zum Erliegen; es wird durch Zellatmung dann Sauerstoff verbraucht, doch in der Tag-Nacht Bilanz wird mehr  $O_2$  produziert [Buch 12]. Schatten durch Uferbepflanzung mit Bäumen, beispielsweise Erlen, ist hilfreich, um die Wassertemperatur niedrig zu halten. Die Resilienz des Gewässers gegenüber Extremereignissen wird umso größer, je besser der strukturelle und ökologische Zustand des Gewässersystems ist. Daher können sich alle weiteren Renaturierungsmaßnahmen lohnen [Buch 13].

Durch die Messungen wurde eindeutig gezeigt, dass strukturelle Verbesserungen (wie im Bereich Bad Vilbel-Massenheim vor einigen Jahren erfolgt) allein den Erlenbach nicht auf den von der EG-WRRRL geforderten guten ökologischen Zustand heben können. Das Abwasser des Klärwerks in Ober-Erlenbach leitet mehr Schadstoffe ein als durch die Selbstreinigungskraft des Erlenbachs wieder abgebaut werden können. Um die Schadstoffbelastung zu reduzieren, muss das Klärwerk in Ober-Erlenbach technisch aufgerüstet werden. Bislang ist das Klärwerk dreistufig, d.h., dass das Abwasser zunächst mechanisch durch einen Rechen gereinigt wird. In einer zweiten Klärstufe werden die organischen Stoffe in einem Belebungsbecken durch Bakterien und Algen abgebaut. In der dritten Reinigungsstufe wird das Abwasser chemisch durch die Zugabe von Stoffen gereinigt, indem diese Schadstoffe binden [Quelle 35]. In einer vierten Klärstufe könnte das Wasser zusätzlich aufbereitet werden. Eine Möglichkeit wäre ein Adsorptionsverfahren durch einen Aktivkohlefilter, aber auch eine Ozonierung, ein Membran-Trennverfahren oder weiterer biologischer Abbau wären möglich [Quelle 36]. Diese könnten dem Abwasser Schadstoffe wie Schwermetalle, Mikroplastik oder Arzneimittel entziehen, welche von den bisherigen Klärstufen kaum gereinigt werden [Buch 1]. Der Bau einer weiteren Klärstufe wäre allerdings auch mit hohen Investitionskosten verbunden, sowie den größeren laufenden Operationskosten. Diese würden wahrscheinlich zu höheren Wasserpreisen beim Endverbraucher führen (müssen).

## **6. Zusammenfassung und Ausblick**

Der Erlenbach ist von seiner Quelle im Taunus bis nach Ober-Erlenbach ein gutes und stabiles Gewässerökosystem (Gewässergüte I & II), welches den Vorgaben der EG-WRRL entspricht. Erst unterhalb des Klärwerks in Ober-Erlenbach verschlechtert sich seine Gewässergüte sprunghaft (Gewässergüte IV), da die 3-stufige Kläranlage zu viele Schadstoffe (wie Ammonium, Nitrat und Nitrit) in das Gewässerökosystem einträgt. Das System ist intakt genug, um einen großen Teil dieser Stoffe durch seine Selbstreinigungskraft abzubauen, wodurch sich im Mündungsbereich seine Gewässerqualität (Güteklasse III) verbessert, nicht aber mehr das ursprünglich gute Niveau (Güteklasse I bis II) erreicht. Ohne eine technische Aufrüstung der Kläranlage in Ober-Erlenbach kann der von der EG-WRRL geforderte guten ökologischen Zustand nicht erreicht werden. Das Wasser des Erlenbachs leitet also Verunreinigen in den nächsten größeren Fluss, die Nidda, ein, die dann auf ihrem Weg zum Meer weitergetragen werden. Der Ausbau von Kläranlagen mit weiteren Klärstufen wird mittelfristig unentbehrlich und die Planungen sollten entsprechend hoher Priorität einnehmen.

Im Verlauf der Messungen wurde das große öffentliche Interesse an den Ergebnissen deutlich. Immer wieder wurde ich von Passanten auf meine Arbeit angesprochen und kam ins Gespräch. Der Erlenbach ist mittlerweile durch die vielen Parks und ausgebauten Wege entlang seiner Ufer ein wichtiger Rückzugs- und Erholungsort für viele Menschen. In den Gesprächen wurden jedoch oftmals viele Missverständnisse in Bezug auf das Klärwerk und die Renaturierungsmaßnahmen deutlich. Eine bessere Einbindung der Bürgerinnen und Bürger ist unabdingbar. Es herrscht entsprechend großer Aufklärungsbedarf. Im Jahr 2019 hatte ich die Möglichkeit mehrere Vorträge in der Umgebung bei Vereinen über meine Arbeit zu halten. Weitere Vorträge und geplante Aktionen, wie z.B. die Teilnahme am Hessentag 2020 und die Unterstützung von Umwelt AGs an meiner Schule, mussten durch die Pandemie leider ausfallen.

Es muss sich in Deutschland schnell viel tun, damit unsere Gewässer noch bis zum Fristende der EG-WRRL in einem guten ökologischen Zustand kommen. Wenn wir die gemeinsamen Ziele der Europäischen Union nicht erreichen sollten, muss mit hohen Strafen gerechnet werden.

## 7. Anhang

### 7.1. **Unterstützer und Helfer**

- 1.) **Marc Grahmann**, Biologielehrer am Georg-Büchner-Gymnasium Bad Vilbel -Betreuer des Projekts, regelmäßige Beratung, Beschaffung der Ausrüstung, große Unterstützung bei Aktionen, schnelle Hilfe bei Fragen und Problemen
- 2.) **Arbeitsgruppe aquatische Ökotoxikologie** an der Goethe-Universität Frankfurt, Frau Dr. Schulte-Oehlmann, Herr Dr. Oetken und Simone Ziebart – wissenschaftliche Unterstützung und Beratung
- 3.) **Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde (UWB)** des Wetteraukreises in Friedberg, insbesondere Thomas Buch, Unterstützung und Beratung
- 4.) **Hessisches Landesamt für Naturschutz und Geologie (HLNUG)**, Frau Dr. Banning, Projektplanung und Beratung
- 5.) **Gottfried Lehr**, Gewässerökologe – Beratung und Unterstützer
- 6.) **Peter Paul**, Stadtverordneter Bad Vilbel, Vertreter BUND – Experte für den Erlenbach und seine Geschichte
- 7.) **Hans Thuengerthal**, Lehrer im Ruhestand, Naturschutzgesellschaft Bad Vilbel, Freund – Naturschutz und Entwicklung der Nidda in Bad Vilbel
- 8.) **Familie Mittag**, meine Familie – Vermittlung von Kontakten, Fahrdienste, Fotos, breite Unterstützung
- 9.) **FRAPORT AG Frankfurt**, Nachhaltigkeitsmanagement und Corporate Compliance – Förderer
- 10.) **Vereinigung der Förderer des Georg-Büchner-Gymnasium Bad Vilbel e.v.**, Förderer
- 11.) **BVB-Stiftung der Frankfurter Volksbank eG**, Förderer

### 7.2. **Literaturverzeichnis**

#### Buch 1:

Einführung in die Limnologie von Jürgen Schwoerbel und Heinz Brendelberger, 10. Auflage, 2013 erschienen im Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Buch 2: Bad Vilbel: Landschaft, Geschichte, Kunstdenkmäler, Kultur von Willi Giegerich, 1969 im Verlag Waldemar Kramer erschienen

#### Buch 3:

Nidda 3.0: Entdeckungsreise von der Quelle bis zur Mündung von Frank Uwe Pfuhl, 1. Auflage, 2017 erschienen im Morlant-Verlag

#### Buch 4:

Unsere Nidda: Aus der Geschichte eines Flusses von Dr. Hartmut Groß, 1. Auflage, 2019 erschienen im Morlant-Verlag

#### Buch 5:

Ökologische Bewertung von Fließgewässern von der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.v., 2. Auflage, 2003 erschienen in der Schriftenreihe der Vereinigung Deutscher Gewässerschutz [Band 64]

#### Buch 6:

JBL Testlab, Professionelles Testlabor Begleitheft

#### Buch 7:

Grüne Reihe: Materialien für den Sekundarbereich II- Ökologie: Schülerband von Dr. Eckhard Philipp, Antje Starke, Prof. Dr. Bernhard Verbeek und Rolf Wellinghorst, 2004 erschienen im Bildungshaus Schulbuchverlag

Buch 8:

Farbatlas Süßwasserfauna Wirbellose von Karsten Grabow, 2000 erschienen im Eugen Ulmer Verlag

Buch 9:

Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen und Tiere unserer Gewässer von Prof. Dr. Wolfgang Engelhardt, 17. Auflage, 2015 im Frankh-Kosmos Verlag erschienen

Buch 10:

Leben in Bach und Teich: Pflanzen und Wirbellose der Kleingewässer von Heiko Bellmann, 1988 im Mosaik Verlag erschienen

Buch 11:

Tiere und Pflanzen unserer Gewässer: 140 Arten aus Bach, Teich und Tümpel von Frank Hecker, Katrin Hecker, 2. Auflage, 2013 im Frank-Kosmos Verlag erschienen

Buch 12:

Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen von Heinz-Dieter Krausch, 1996 erschienen im Eugen Ulmer Verlag

Buch 13:

Klimawandel und Biodiversität: Folgen für Deutschland von Prof. Dr. Volker Mosbrugger, Prof. Dr. Guy Brasseur, Dr. Michaela Schaller und Dr. Bernhard Stribny, 2012 in Wissenschaftliche Buchgesellschaft

### 7.3. Internetquellen

Quelle 1:

Thema: Europäische Wasserrahmenrichtlinie

URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128002b>

Autor: EUR-Lex – Access to European Law

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 2:

Thema: Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

URL: <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/gewaesserschutzpolitik/deutschland/umsetzung-der-wrrl-in-deutschland/>

Autor: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 3:

Thema: Wasserrahmenrichtlinie

URL: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4012.pdf>

Autor: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Umweltbundesamt

Zugriff: 2.01.2020

Quelle 4:

Thema: Wasserhaushaltsgesetz

URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/whg\\_2009/](https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/)

Autor: Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz, Bundesministerium für Justiz

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 5:

Thema: Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer

URL: [http://www.gesetze-im-internet.de/ogewv\\_2016/](http://www.gesetze-im-internet.de/ogewv_2016/)

Autor: Bundesministerium für Justiz und Verbraucherschutz, Bundesministerium für Justiz

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 6:

Thema: Wasserhaushaltsgesetz - Inhalt und Historie

URL: <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/gewaesserschutzrecht/deutschland/das-wasserhaushaltsgesetz/>

Autor: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 7:

Thema: Zustand der Oberflächengewässer - Oberflächengewässerverordnung

URL: <https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewaeser/fluesse-und-seen/zustand-der-oberflaechengewaeser/>

Autor: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 8:

Thema: Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie - Bewirtschaftungszyklen

URL: <https://www.umweltbundesamt.de/wasserrahmenrichtlinie>

Autor: Umweltbundesamt

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 9:

Thema: Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen - Bewirtschaftungszyklen

URL: <http://flussgebiete.hessen.de/oeffentlichkeitsarbeit/beteiligungsverfahren-2021-2027/offenlegung-zeitplan-und-arbeitsprogramm>

Autor: Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV)

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 10:

Thema: Stand EG-WRRL 2015

URL:

[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/final\\_broschure\\_wasserrahm\\_enrichtlinie\\_bf\\_112116.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/publikationen/final_broschure_wasserrahm_enrichtlinie_bf_112116.pdf)

Autor: Umweltbundesamt

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 11:

Thema: EU-Beschwerde gegen Deutschland

URL: [https://www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/fluesse/fluesse\\_wrrl\\_eu-beschwerde.pdf](https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/fluesse/fluesse_wrrl_eu-beschwerde.pdf)

Autor: Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) und Naturschutzbund Deutschland (NABU)

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 12:

Thema: Umsetzung der WRRL in Deutschland - Strafverfahren

URL: [http://www.wrrl-info.de/docs/tafel7\\_a3.pdf](http://www.wrrl-info.de/docs/tafel7_a3.pdf)

Autor: Information und Anhörung der Öffentlichkeit bei der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie

Zugriff: 12.10.2020

Quelle 13:

Thema: Gewässerbewertung gemäß der WRRL

URL: [https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article\\_id=421&clang=0](https://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=421&clang=0)

Autor: Umweltbundesamt

Zugriff: 31.12.2020

Quelle 14:

Thema: Erlenbach- allgemeine Informationen

URL: <http://www.asv-bad-vilbel.de/erlen.html>

Autor: Angelsportverein Bad Vilbel

Zugriff: 31.12.2020

Quelle 15:

Thema: Erlenbach- allgemeine Informationen

URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Erlenbach\\_\(Nidda\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Erlenbach_(Nidda))

Autor: Wikipedia

Zugriff: 31.12.2020

Quelle 16:

Thema: Klärwerk in Ober-Erlenbach: Daten

URL: <http://static.hlug.de/medien/wasser/pegelportal/pegelseite.php?pn=24880208>

Autor: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

Zugriff: 31.12.2020

Quelle 17:

Thema: Kartenprogramm der Gewässer Hessens

URL: <http://wrrl.hessen.de/mapapps/resources/apps/wrrl/index.html?lang=de>

Autor: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG)

Zugriff: 31.12.2020

Quelle 18:

Thema: Flussordnungszahl nach Horton & Strahler

URL: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/zustand/karten/gewaessernetz-der-schweiz/gewaessernetz--flussordnungszahlen-fuer-das-digitale-gewaesserne.html>

Autor: Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Zugriff: 31.12.2020

Quelle 19:

Thema: Saprobien als Bioindikatoren

URL: <https://www.planet-schule.de/wissenspool/lebensraeume-im-bach/inhalt/hintergrund/wasserqualitaet.html>

Autor: Planet Schule

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 20:

Thema: Bewertung des ökologischen Zustands von Gewässern basierend auf dem Diatomeentyp

URL: [https://gewaesser-bewertung.de/index.php?article\\_id=100&clang=0](https://gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=100&clang=0)

Autor: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 21:

Thema: Formelsammlung Stochastik

URL: <https://mtreiber.de/statistikFormelnTabellen/statistikFormelsammlung.pdf>

Autor: Dr. Martin Treiber

Zugriff: 02.01.2020

Quelle 22:

Thema: Konfidenzintervall

URL: <https://www.crashkurs-statistik.de/konfidenzintervall-fuer-den-erwartungswert/>

Autor: Alexander Engelhardt

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 23:

Thema: Fehlerquellen bei Versuchen - Studentfaktor

URL: <https://docplayer.org/19068263-Quantifizierung-in-der-analytischen-chemie.html>

Autor: Prof. Dr. Thorsten Hoffmann und Jörg Warnke

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 24:

Thema: Nitrat in Fließgewässern

URL: <https://www.chf.de/eduthek/chemischer-index12.html#:~:text=Ein%20zu%20hoher%20Nitratgehalt%20in,Anteil%20biologischen%20Materials%20%22umkippen%22>

Autor: Institut Dr. Flad

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 25:

Thema: Verordnung zum Schutz des Grundwassers (GrwV)

URL: [http://www.gesetze-im-internet.de/grwv\\_2010/](http://www.gesetze-im-internet.de/grwv_2010/)

Autor: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Bundesamt für Justiz

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 26:

Thema: Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (TrinkwV)

URL: [https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv\\_2001/BJNR095910001.html](https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2001/BJNR095910001.html)

Autor: Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Bundesamt für Justiz

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 27:

Thema: Wasserhärtebereich

URL: <https://www.wvv.de/de/privatkunden/trinkwasser/wissenswertes/wasserhaerte/#:~:text=H%C3%A4rtebereich%20%20%3D%20weich%3A%20weniger%20als,mehr%20als%2014%20%C2%B0dH>

Autor: Würzburger Versorgungs- und Verkehrs-GmbH

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 28:

Thema: Hessen Karte Ökologischer Zustand- Bewertung Fische, MZB, Kieselalgen und Schadstoffe

URL: [https://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/5\\_service/BP2015-2021/bp\\_anhang\\_1\\_12\\_wi\\_oeko\\_Zustand\\_Potenzial\\_OWK\\_A3.pdf](https://flussgebiete.hessen.de/fileadmin/dokumente/5_service/BP2015-2021/bp_anhang_1_12_wi_oeko_Zustand_Potenzial_OWK_A3.pdf)

Autor: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Zugriff: 03.01.2021

Quelle 29:

Thema: Hessen Karte Ökologischer Zustand – Bewertung der Gewässergüte

URL: [https://www.hinug.de/fileadmin/dokumente/wasser/fluessgewaesser/biologie/bioquetekarte\\_2016\\_mit\\_Diagramm.pdf](https://www.hinug.de/fileadmin/dokumente/wasser/fluessgewaesser/biologie/bioquetekarte_2016_mit_Diagramm.pdf)

Autor: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Zugriff: 03.01.2021

Quelle 30:

Thema: Nitrifikation

URL: <https://www.chemie.de/lexikon/Nitrifikation.html>

Autor: LUMITOS AG

Zugriff: 08.01.2021

Quelle 31:

Thema: Ammonium in Fließgewässern

URL: <https://www.chf.de/eduthek/chemischer-index11.html#:~:text=Durch%20%C3%9Cberd%C3%BCngung%20und%20D%C3%BCngerausschwemmung%20kann,beim%20enzymatischen%20Abbau%20von%20Harnstoff>

Autor: Institut Dr. Flad

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 32:

Thema: Eutrophierung

URL: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/eutrophierung>

Autor: Umweltbundesamt

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 33:

Thema: Methanogenese

URL: <https://www.chemie.de/lexikon/Methanogenese.html>

Autor: LUMINOS AG

Zugriff: 10.01.2021

Quelle 34:

Thema: Wasserhärte – Gesamthärte und Carbonhärte

URL: <https://www.chemie.de/lexikon/Wasserh%C3%A4rte.html>

Autor: LUMITOS AG

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 35:

Thema: Kläranlage – Funktion und Aufbau

URL: <https://umwelt.provinz.bz.it/wasser/wie-funktioniert-eine-klaanlage.asp>

Autor: Landesagentur für Umwelt und Klimaschutz

Zugriff: 02.01.2021

Quelle 36:

Thema: Vierte Reinigungsstufe

URL: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/organische\\_mikroverunreinigungen\\_in\\_gewassern\\_vierte\\_reinigungsstufe\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/organische_mikroverunreinigungen_in_gewassern_vierte_reinigungsstufe_0.pdf)

Autor: Umweltbundesamt

Zugriff: 12.01.2021



#### **7.4. Abkürzungsverzeichnis**

#### **7.5. Messergebnisse & Erfassungsbögen**

- 1.) Daten der chemisch-physikalischen Untersuchungen
- 2.) Daten der biologischen Untersuchungen
- 3.) Fehleranalyse der biologischen Bestimmung
- 4.) Dokumentationsblatt der chemisch-physikalischen Untersuchungen
- 5.) Dokumentationsblatt der biologischen Untersuchungen
- 6.) Dokumentationsblatt der Struktur Erfassung

#### **7.6. Fotos**

## 7.4. Abkürzungsverzeichnis

BUND	Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V.
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
EWR	Europäischer Wirtschaftsraum
GH	Gesamthärte
GrwV	Grundwasserverordnung
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
KH	Karbonathärte
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
MZB	Makrozoobenthos
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid, Nitrit
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
OGewV	Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Phosphat
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

Anhang 7.5 - Daten der chemisch-physikalischen Untersuchungen

**Tabelle 1: Chemisch-physikalische Ergebnisse vom November 2019**

Aktuelles Wetter: Schauer

Allgemeine Witterung: kühl, Regen

	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	Messstelle 3	Messstelle 2	Messstelle 1 (Quelle)
Wassertiefe [cm]	59	24	48	18	20	10	11	14	32	9
Temperatur [°C]										
Außen:	14,9	13,6	15,0	13,8	13,3	12,8	12,4	11,9	12,9	12,5
Oberfläche:	15,1	14,4	14,6	12,4	12,5	12,5	12,1	11,7	11,1	9,9
Grund:	15,5	14,5	14,8	12,8	12,5	12,3	12,1	11,7	11,1	9,9
Geruchsqualität *	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
Farbqualität **	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Ammonium [mg/l]	0,1	0,1	0,2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbonhärte [°dH]	6	6	6	6	3	3	3	3	3	6
Gesamthärte [°dH]	8	8	8	8	4	4	4	4	4	8
Nitrat [mg/l]	n.b	n.b	n.b	n.b	n.b	n.b	n.b	n.b.	n.b	n.b
Nitrit [mg/l]	0,5	0,3	>1,0	0,05	0,1	0,1	0,05	0,025	0,05	0,05
Phosphat [mg/l]	<0,02	0,05	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sauerstoff [mg/l]	8	9	6	9	8	8	8	8	10	9
Kohlenstoffdioxid [mg/l]										

\*Geruchsqualitäten [1= geruchlos, 2= erdig, modrig / muffig 3= faulig, jauchig, nach faulen Eiern" (H<sub>2</sub>S), 4= scharf-stechend (Ammoniak)]

\*\* Farbqualitäten [1= farblos, 2=grau-gelblich (wenig org. Substanzen - hoher Eisengehalt), 3= grau-braun-schwarz, (viele org. Substanzen - Humusstoffe), 4= grün-gelblich (Algen, Einzeller)]

**Tabelle 2: Chemisch-physikalische Ergebnisse vom Januar 2020**

Aktuelles Wetter: trocken, bewölkt

Allgemeine Witterung: eisig

	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	Messstelle 3	Messstelle 2	Messstelle 1 (Quelle)
Wassertiefe [cm]	61	19	45	36	12	18	21	35	34	15
Temperatur [°C]										
Außen:	-0,7	0,9	0,1	0,4	0,5	-0,7	-0,5	-3,1	3,2	1,2
Oberfläche:	6,2	5,2	6,5	3,6	4,0	2,5	4,6	4,8	4,9	9,8
Grund:	8,1	6,1	7,6	4,2	4,6	2,6	3,6	4,9	4,9	9,8
Geruchsqualität*	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
Farbqualität **	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH	7,0	7,2	7,3	7,0	6,9	6,9	7,0	7,1	6,8	6,4
Ammonium [mg/l]	0,2	0,2	0,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbonhärte [°dH]	4	3	4	2	2	6	4	5	3	4
Gesamthärte [°dH]	7	7	6	5	4	7	5	7	5	5
Nitrat [mg/l]	2,5	2,5	3	1	1	1	1	1	0,5	1
Nitrit [mg/l]	0,1	0,1	0,2	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1
Phosphat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sauerstoff [mg/l]	>10	>10	>10	10	>10	10	10	10	10	10
Kohlenstoffdioxid [mg/l]										

\*Geruchsqualitäten [1= geruchlos, 2= erdig, modrig / muffig 3= faulig, jauchig, nach faulen Eiern" (H<sub>2</sub>S), 4= scharf-stechend (Ammoniak)]

\*\* Farbqualitäten [1= farblos, 2=grau-gelblich (wenig org. Substanzen - hoher Eisengehalt), 3= grau-braun-schwarz, (viele org. Substanzen - Humusstoffe), 4= grün-gelblich (Algen, Einzeller)]

**Tabelle 3: Chemisch-physikalische Ergebnisse vom März 2020**

Aktuelles Wetter: stürmisch, Schauer

Allgemeine Witterung: Regen

	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	Messstelle 3	Messstelle 2	Messstelle 1 (Quelle)
Wassertiefe [cm]	68	33	46	44	15	23	22	45	44	17
Temperatur [°C]										
Außen:	7,6	8,2	8,3	10,4	9,2	9,3	6,9	11,2	11,6	10,8
Oberfläche:	5,6	5,2	6,9	6,1	5,9	6,1	6,1	7,4	7,3	8,4
Grund:	5,4	5,1	7,0	6,2	5,9	6,2	6,2	7,2	7,3	8,4
Geruchsqualität*	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
Farbqualität **	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH	7,2	7,3	7,3	6,9	6,8	7,1	7,0	6,7	6,6	6,3
Ammonium [mg/l]	0,5	0,5	0,6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbonhärte [°dH]	5	5	6	2	3	2	2	2	2	2
Gesamthärte [°dH]	8	9	10	4	4	3	4	3	4	3
Nitrat [mg/l]	0,75	1	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Nitrit [mg/l]	0,2	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,1	0,1	0,05	0,05
Phosphat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sauerstoff [mg/l]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Kohlenstoffdioxid [mg/l]	12	14	14	8	6	6	8	6	4	4

\*Geruchsqualitäten [1= geruchlos, 2= erdig, modrig / muffig 3= faulig, jauchig, nach faulen Eiern" (H<sub>2</sub>S), 4= scharf-stechend (Ammoniak)]

\*\* Farbqualitäten [1= farblos, 2= grau-gelblich (wenig org. Substanzen - hoher Eisengehalt), 3= grau-braun-schwarz, (viele org. Substanzen - Humusstoffe), 4= grün-gelblich (Algen, Einzeller)]

**Tabelle 4: Chemisch-physikalische Ergebnisse vom Mai 2020**

Aktuelles Wetter:

	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	Messstelle 3	Messstelle 2	Messstelle 1 (Quelle)
Wassertiefe [cm]	39	14	38	29	15	13	15	31	27	6
Temperatur [°C]										
Außen:	11,2	10,9	14,4	10,2	10,4	7,9	10,5	12,0	12,4	9,9
Oberfläche:	11,6	11,3	12,7	9,6	9,6	9,2	10,2	11,1	10,1	7,7
Grund:	11,8	11,3	12,9	9,6	9,7	9,3	10,1	11,3	10,2	7,7
Geruchsqualität *	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
Farbqualität **	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
pH	7,4	7,2	7,3	7,0	6,9	7,0	6,8	6,8	6,6	6,2
Ammonium [mg/l]	0,1	0,2	0,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbonhärte [°dH]	5	6	5	3	3	3	2	3	2	2
Gesamthärte [°dH]	8	8	7	4	4	4	4	4	3	3
Nitrat [mg/l]	<0,5	<0,5	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Nitrit [mg/l]	0,3	0,3	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Phosphat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sauerstoff [mg/l]	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Kohlenstoffdioxid [mg/l]	16	14	18	8	4	6	8	6	6	8

\*Geruchsqualitäten [1= geruchlos, 2= erdig, modrig / muffig 3= faulig, jauchig, nach faulen Eiern" (H<sub>2</sub>S), 4= scharf-stechend (Ammoniak)]

\*\* Farbqualitäten [1= farblos, 2= grau-gelblich (wenig org. Substanzen - hoher Eisengehalt), 3= grau-braun-schwarz, (viele org. Substanzen - Humusstoffe), 4= grün-gelblich (Algen, Einzeller)]

**Tabelle 5: Chemisch-physikalische Ergebnisse vom Juli 2020**

Aktuelles Wetter: trocken, bewölkt

aktuelle Witterung: Regen

	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	Messstelle 3	Messstelle 2	Messstelle 1 (Quelle)
Wassertiefe [cm]	31	10	31	17	13	12	12	9	k.W.	10
Temperatur [°C]										
Außen:	21,7	17,5	17,9	18,0	17,8	20,8	23,3	18,6	15,2	13,4
Oberfläche:	16,3	16,6	17,4	16,3	16,1	16,4	16,2	13,8	-	8,2
Grund:	16,2	16,6	17,5	16,4	16,2	16,4	16,2	13,8	-	8,2
Geruchsqualität *	1	1	1	3	1	1	1	1	-	1
Farbqualität **	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1
pH	7,4	7,3	6,9	7,2	7,2	7,1	7,1	7,2	-	6,2
Ammonium [mg/l]	0,4	0,4	0,6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	<0,05
Carbonhärte [°dH]	10	11	9	7	5	4	3	5	-	2
Gesamthärte [°dH]	13	14	11	9	6	5	4	6	-	4
Nitrat [mg/l]	20	20	40	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	1
Nitrit [mg/l]	0,1	0,2	0,6	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	-	0,05
Phosphat [mg/l]	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02
Sauerstoff [mg/l]	10	9	9	10	10	10	10	10	-	10
Kohlenstoffdioxid [mg/l]	14	14	14	10	8	8	6	10	-	8

\*Geruchsqualitäten [1= geruchlos, 2= erdig, modrig / muffig 3= faulig, jauchig, nach faulen Eiern" (H<sub>2</sub>S), 4= scharf-stechend (Ammoniak)]

\*\* Farbqualitäten [1= farblos, 2=grau-gelblich (wenig org. Substanzen - hoher Eisengehalt), 3= grau-braun-schwarz, (viele org. Substanzen - Humusstoffe), 4= grün-gelblich (Algen, Einzeller)]

k.W. = kein Wasser, ausgetrocknet



**Tabelle 6: Chemisch-physikalische Ergebnisse vom September 2020**

Aktuelles Wetter:

	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	Messstelle 3	Messstelle 2	Messstelle 1 (Quelle)
Wassertiefe [cm]	35	14	24	19	11	7	9	12	k.W.	11
Temperatur [°C]										
Außen:	25,3	25,5	12,3	12,6	15,6	19,2	19,1	19,2	15,6	14,9
Oberfläche:	19,7	18,4	16,0	14,0	15,1	16,8	15,6	15,2	-	9,1
Grund:	19,5	18,3	16,4	14,1	15,1	16,8	15,7	15,2	-	9,1
Geruchsqualität *	3	1	3	1	1	1	1	1	-	1
Farbqualität **	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1
pH	7,4	7,5	7,3	7,4	7,2	7,1	7,1	6,8	-	6,4
Ammonium [mg/l]	0,1	0,1	0,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	0,2
Carbonhärte [°dH]	7	9	9	6	5	4	4	5	-	2
Gesamthärte [°dH]	11	12	11	10	6	5	5	6	-	3
Nitrat [mg/l]	1	1	5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	3
Nitrit [mg/l]	0,1	0,1	0,2	0,05	0,025	0,05	0,05	0,05	-	0,1
Phosphat [mg/l]	0,05	0,05	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	0,05
Sauerstoff [mg/l]	10	10	9	10	10	10	10	10	-	10
Kohlenstoffdioxid [mg/l]	16	14	16	10	10	8	8	8	-	6

\*Geruchsqualitäten [1= geruchlos, 2= erdig, modrig / muffig 3= faulig, jauchig, nach faulen Eiern" (H<sub>2</sub>S), 4= scharf-stechend (Ammoniak)]

\*\* Farbqualitäten [1= farblos, 2= grau-gelblich (wenig org. Substanzen - hoher Eisengehalt), 3= grau-braun-schwarz, (viele org. Substanzen - Humusstoffe), 4= grün-gelblich (Algen, Einzeller)]

**Tabelle 7: Chemisch-physikalische Ergebnisse vom Dezember 2020**

Aktuelles Wetter: Schauer, Nebel

	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	Messstelle 3	Messstelle 2	Messstelle 1 (Quelle)
Wassertiefe [cm]	42	19	34	16	15	14	15	13	21	17
Temperatur [°C]										
Außen:	7,3	7,1	7,1	6,3	5,3	3,1	3,9	4,2	4,6	6,9
Oberfläche:	7,0	7,2	9,8	5,2	4,6	4,4	4,5	5,4	6,1	7,8
Grund:	7,1	7,2	10,0	5,4	4,6	4,4	4,5	6,0	6,1	7,6
Geruchsqualität *	1	1		1	1	1	1	1	1	1
Farbqualität **	1	1		1	1	1	1	1	1	1
pH	7,1	7,4	7,6	7,4	7,2	7,1	7,1	7,0	7,0	6,6
Ammonium [mg/l]	0,1	0,2	0,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Carbonhärte [°dH]	6	6	6	3	3	3	3	2	2	1
Gesamthärte [°dH]	10	10	9	6	5	5	5	4	4	2
Nitrat [mg/l]	1	1	1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Nitrit [mg/l]	0,05	0,1	0,2	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Phosphat [mg/l]	0,05	0,05	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Sauerstoff [mg/l]	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10
Kohlenstoffdioxid [mg/l]	14	14	16	10	8	10	8	8	4	6

\*Geruchsqualitäten [1= geruchlos, 2= erdig, modrig / muffig 3= faulig, jauchig, nach faulen Eiern" (H<sub>2</sub>S), 4= scharf-stechend (Ammoniak)]

\*\* Farbqualitäten [1= farblos, 2= grau-gelblich (wenig org. Substanzen - hoher Eisengehalt), 3= grau-braun-schwarz, (viele org. Substanzen - Humusstoffe), 4= grün-gelblich (Algen, Einzeller)]

**Gewässertypspezifische Güteklassengrenzen des Saprobienindex**

Ökologischer Zustand	Typ 6	Typ 5
<b>Grundzustand</b>	<b>1,6</b>	<b>1,35</b>
<b>sehr gut</b>	$\leq 1,7$	$\leq 1,45$
<b>gut</b>	$>1,7 - 2,2$	$>1,45 - 2,0$
<b>mäßig</b>	$>2,2 - 2,8$	$>2,0 - 2,65$
<b>unbefriedigend</b>	$>2,8 - 3,4$	$>2,65 - 3,35$
<b>schlecht</b>	$>3,4$	$> 3,35$

Typ 6: Feinmaterialreicher, karbonatischer Mittelgebirgsbach

Typ 5: Grobmaterialreicher, silikatischer Mittelgebirgsbach

**Bestimmung zur Häufigkeit [15 Stichproben]**

Fundart	Anzahl	Häufigkeit
<b>Einzelfund</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>
<b>vereinzelt</b>	<b>2-4</b>	<b>1,0</b>
<b>wenige</b>	<b>5-8</b>	<b>1,5</b>
<b>mäßig viele</b>	<b>9-15</b>	<b>2,0</b>
<b>häufig</b>	<b>16-25</b>	<b>2,5</b>
<b>sehr häufig</b>	<b>26-40</b>	<b>3,0</b>
<b>massenhaft</b>	<b>&gt;40</b>	<b>3,5</b>

Häufigkeit: 1= vereinzelt 2=mittel 3= sehr häufig

Tabelle 1a – Bioindikatoren – Saprobienindex – Unterlauf + Mittellauf

Datum: November 2019	Güte-Faktor	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4
<b>Tiergruppe</b>		<b>Häufigkeit</b>						
Steinfliegenlarve	1,0							
Lidmückenlarve	1,3							
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3				1,0	0,5	0,5	1,0
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5		0,5					
Hakenkäfer (Elmis)	1,5				0,5			
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5							
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5	1,0			1,5	0,5	3,0	2,0
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7				0,5	1,0	0,5	
Libellenlarve (C. virgo)	1,9							
Flohkrebs	2,0	2,0	2,0				1,0	1,0
Napfschnecke	2,0	2,0	3,5		2,5	3,0		1,0
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0				2,0		1,0	
Erbsenmuschel	2,2							
Großer Schneckenegel	2,3							
Dreikantmuschel	2,3			1,0		1,0		1,5
Weisser Strudelwurm	2,3	0,5	0,5	1,0	1,0		0,5	
Kriebelmückenlarve	2,3							
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3							
Eiförmige Schlamm Schnecke	2,3							
p. antipodarium	2,3							
Zweiäugiger Plattegel	2,6		1,0	1,5				
Wasserassel	3,0	1,5	1,0	3,5	1,0	0,5		
Roll-Egel	3,0	1,0	0,5	3,5		0,5	0,5	
Rote Zuckmückenlarve	3,8							
Schlammröhrenwurm	3,8							
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10,5</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6,5</b>
Gewässertyp nach HLNUG:		6	6	6	6	5	5	5
<b>Saprobienindex:</b>		<b>2,26</b>	<b>2,22</b>	<b>2,81</b>	<b>1,95</b>	<b>2,06</b>	<b>1,81</b>	<b>1,81</b>
<b>Gewässergüte:</b>		<b>III</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>II</b>

Tabelle 1b – Bioindaktoren – Saprobienindex – Oberlauf

Datum: November 2019	Güte-Faktor	Abschnitt 3	Abschnitt 2	Abschnitt 1 (Quelle)
<b>Tiergruppe</b>		<b>Häufigkeit</b>		
Steinfliegenlarve	1,0			
Lidmückenlarve	1,3			
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	0,5		
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5			
Hakenkäfer (Elmis)	1,5			
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5			
Köcherfliegenlarve (Rhyacophilia)	1,5			
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7	0,5		
Libellenlarve (C. virgo)	1,9			
Flohkrebs	2,0	1,0		
Napfschnecke	2,0	1,0		
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0			
Erbsenmuschel	2,2			
Großer Schneckenegel	2,3			
Dreikantmuschel	2,3			
Weisser Strudelwurm	2,3			
Kriebelmückenlarve	2,3			
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3			
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3			
p. antipodarium	2,3			
Zweiäugiger Plattegel	2,6			
Wasserassel	3,0			
Roll-Egel	3,0			
Rote Zuckmückenlarve	3,8			
Schlammröhrenwurm	3,8			

**Gesamthäufigkeit:**

Gewässertyp nach HLNUG:

3

k.S.

k.S.

5

5

5

**Saprobienindex:**

1,83

n.b.

n.b.

**Gewässergüte:**

II

n.b.

n.b.

k.S.= keine Saprobien  
n.b. = nicht bestimmbar

Tabelle 2a – Bioindikatoren – Saprobienindex – Unterlauf + Mittellauf

Datum: Januar 2020	Güte-Faktor	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4
<b>Tiergruppe</b>		<b>Häufigkeit</b>						
Steinfliegenlarve	1,0							
Lidmückenlarve	1,3						0,5	1,5
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3				0,5	1,0	3,0	2,0
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5							
Hakenkäfer (Elmis)	1,5							
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5		0,5			0,5		
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5	1,0			1,0	1,0	1,0	0,5
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7				1,0	0,5	0,5	1,5
Libellenlarve (C. virgo)	1,9							
Flohkrebs	2,0	2,5	2,0		1,0	2,0	1,0	2,5
Napfschnecke	2,0	1,5	2,0	2,0	3,0	2,0	3,5	1,5
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0						1,0	
Erbsenmuschel	2,2							
Großer Schneckenegel	2,3							
Dreikantmuschel	2,3							
Weisser Strudelwurm	2,3	1,0		3,5	1,0	1,0		
Kriebelmückenlarve	2,3							
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3							
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3							
p. antipodarium	2,3							
Zweiäugiger Plattegel	2,6							
Wasserassel	3,0	0,5	0,5	3,5		0,5		0,5
Roll-Egel	3,0	1,0		2,0	0,5	0,5	0,5	
Rote Zuckmückenlarve	3,8							
Schlammröhrenwurm	3,8							
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>7,5</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>
<b>Saprobienindex:</b>		<b>2,17</b>	<b>2,05</b>	<b>2,59</b>	<b>1,95</b>	<b>1,96</b>	<b>1,76</b>	<b>1,74</b>
Gewässertyp nach HLNUG:		6	6	6	6	5	5	5
<b>Gewässergüte:</b>		<b>II</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>

Tabelle 2b – Bioindaktoren – Saprobienindex – Oberlauf

Datum: Januar 2020	Güte-Faktor	Abschnitt 3			Abschnitt 2			Abschnitt 1 (Quelle)		
Tiergruppe		Häufigkeit								
Steinfliegenlarve	1,0	1,0			1,5					
Lidmückenlarve	1,3		2,0				3,5	1,5		
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	0,5			0,5					
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5							0,5		
Hakenkäfer (Elmis)	1,5									
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5							0,5		
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5	0,5			0,5			0,5		
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7							0,5		
Libellenlarve (C. virgo)	1,9									
Flohkrebs	2,0	1,5			1,0				2,0	
Napfschnecke	2,0		2,5		1,0					
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0							1,0		
Erbsenmuschel	2,2									
Großer Schneckenegel	2,3									
Dreikantmuschel	2,3									
Weisser Strudelwurm	2,3							1,0		
Kriebelmückenlarve	2,3									
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3									
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3									
p. antipodarium	2,3									
Zweiäugiger Plattegel	2,6									
Wasserassel	3,0		2,0		0,5			1,0		
Roll-Egel	3,0									
Rote Zuckmückenlarve	3,8									
Schlammröhrenwurm	3,8									
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>10</b>			<b>8,5</b>			<b>8,5</b>		
Gewässertyp nach HLNUG:		5			5			5		
<b>Saprobienindex:</b>		<b>1,9</b>			<b>1,52</b>			<b>1,92</b>		
<b>Gewässergüte:</b>		<b>II</b>			<b>II</b>			<b>II</b>		



Tabelle 3a – Bioindikatoren – Saprobienindex – Unterlauf + Mittellauf

Datum: März 2020	Güte-Faktor	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	
<b>Tiergruppe</b>		<b>Häufigkeit</b>							
Steinfliegenlarve	1,0								
Lidmückenlarve	1,3					1,5	1,5	2,0	
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3			0,5	2,0	0,5	2,5	3,5	
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5	0,5	0,5						
Hakenkäfer (Elmis)	1,5								
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5				0,5	0,5			
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5	0,5			1,0	1,5	3,5	1,0	
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7				1,0		0,5	2,0	
Libellenlarve (C. virgo)	1,9		0,5	0,5					
Flohkrebs	2,0	2,0		3,5	0,5	2,5	2,5	1,0	
Napfschnecke	2,0	1,0	1,5		1,0	2,0	1,0	2,0	
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0	1,0	0,5		1,0		1,0		
Erbsenmuschel	2,2								
Großer Schneckenegel	2,3								
Dreikantmuschel	2,3		0,5						
Weisser Strudelwurm	2,3		0,5	2,5					
Kriechmückenlarve	2,3								
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3								
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3								
Zweiäugiger Plattegel	2,6								
p.antipodarium	2,3								
Wasserassel	3,0		3,0	1,5	3,5				
Roll-Egel	3,0	1,0	1,0		3,5	1,5	1,0		
Rote Zuckmückenlarve	3,8								
Schlammröhrenwurm	3,8			1,0					
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>9,0</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>11,5</b>	<b>9</b>	<b>13,5</b>	<b>11,5</b>	
<b>Saprobienindex:</b>		<b>2,38</b>	<b>2,25</b>	<b>2,7</b>	<b>1,91</b>	<b>1,73</b>	<b>1,73</b>	<b>1,57</b>	
Gewässertyp nach HLNUG:		6	6	6	6	5	5	5	
<b>Gewässergüte:</b>		<b>III</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	

Tabelle 3b – Bioindaktoren – Saprobienindex – Oberlauf

Datum: März 2020	Güte-Faktor	Abschnitt 3			Abschnitt 2			Abschnitt 1 (Quelle)		
Tiergruppe	Häufigkeit									
Steinfliegenlarve	1,0		2,0				3,0			
Lidmückenlarve	1,3	0,5			1,0			0,5		
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	1,0			1,5			0,5		
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5									
Hakenkäfer (Elmis)	1,5	0,5			0,5					
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5									
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5							0,5		
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7									
Libellenlarve (C. virgo)	1,9									
Flohkrebs	2,0	1,0			0,5			0,5		
Napfschnecke	2,0	1,5			1,0			1,0		
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0									
Erbsenmuschel	2,2									
Großer Schneckenegel	2,3									
Dreikantmuschel	2,3									
Weisser Strudelwurm	2,3									
Kriebelmückenlarve	2,3									
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3									
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3									
p. antipodarium	2,3									
Zweiäugiger Plattegel	2,6									
Wasserassel	3,0	1,0			0,5			0,5		
Roll-Egel	3,0									
Rote Zuckmückenlarve	3,8									
Schlammröhrenwurm	3,8									
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>7,5</b>			<b>8</b>			<b>3,5</b>		
Gewässertyp nach HLNUG:		5			5			5		
<b>Saprobienindex</b>		<b>1,69</b>			<b>1,44</b>			<b>1,59</b>		
<b>Gewässergüte:</b>		<b>II</b>			<b>I</b>			<b>II</b>		

Tabelle 4a – Bioindikatoren – Saprobienindex – Unterlauf + Mittellauf

Datum: Mai 2020	Güte-Faktor	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4
<b>Tiergruppe</b>		<b>Häufigkeit</b>						
Steinfliegenlarve	1,0					0,5	2,0	
Lidmückenlarve	1,3				1,5	1,0	2,0	
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	1,5	0,5		1,0	2,5	3,0	3,5
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5		0,5		2,5	1,0		
Hakenkäfer (Elmis)	1,5							
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5	1,0						
Köcherfliegenlarve (Rhyacophilia)	1,5	0,5	1,5		1,5	3,0	1,0	1,0
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7				0,5	0,5		0,5
Libellenlarve (C. virgo)	1,9							
Flohkrebs	2,0		3,5		2,0	1,5	1,5	1,5
Napfschnecke	2,0	2,0	2,5	1,0	2,0	1,5	1,5	1,5
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0		1,0					0,5
Erbsenmuschel	2,2							
Großer Schneckenegel	2,3							
Dreikantmuschel	2,3	0,5						
Weisser Strudelwurm	2,3	0,5	1,0	2,0		0,5		
Kriebelmückenlarve	2,3							
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3							
Eiförmige Schlamm Schnecke	2,3							
p. antipodarium	2,3							
Zweiäugiger Plattegel	2,6							
Wasserassel	3,0	1,0	1,5	3,5	0,5			0,5
Roll-Egel	3,0	1,0	1,5	3,5				
Rote Zuckmückenlarve	3,8							
Schlammröhrenwurm	3,8			1,0				
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>11,5</b>	<b>13,5</b>	<b>12</b>	<b>11,5</b>	<b>12</b>	<b>11,5</b>	<b>9</b>
Gewässertyp nach HLNUG:		6	6	6	6	5	5	5
<b>Saprobienindex:</b>		<b>2,04</b>	<b>2,14</b>	<b>2,7</b>	<b>1,7</b>	<b>1,63</b>	<b>1,39</b>	<b>1,71</b>
<b>Gewässergüte:</b>		<b>II</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>I</b>	<b>II</b>

Tabelle 4b – Bioindikatoren – Saprobienindex – Oberlauf

Datum: Mai 2020	Güte-Faktor	Abschnitt 3			Abschnitt 2			Abschnitt 1 (Quelle)		
Tiergruppe		Häufigkeit								
Steinfliegenlarve	1,0	1,0			1,5					
Lidmückenlarve	1,3	0,5			0,5			0,5		
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	1,0			1,0			0,5		
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5									
Hakenkäfer (Elmis)	1,5				0,5					
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5				0,5					
Köcherfliegenlarve (Rhyacophilia)	1,5	0,5			0,5			0,5		
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7									
Libellenlarve (C. virgo)	1,9									
Flohkrebs	2,0	1,0				2,0		1,0		
Napfschnecke	2,0		2,5		1,0			0,5		
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0									
Erbsenmuschel	2,2									
Großer Schneckenegel	2,3									
Dreikantmuschel	2,3									
Weisser Strudelwurm	2,3									
Kriebelmückenlarve	2,3									
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3									
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3									
p. antipodarium	2,3									
Zweiäugiger Plattegel	2,6									
Wasserassel	3,0	0,5								
Roll-Egel	3,0									
Rote Zuckmückenlarve	3,8									
Schlammröhrenwurm	3,8									

**Gesamthäufigkeit:**

Gewässertyp nach HLNUG:

**Saprobienindex:**

**Gewässergüte:**

<b>7</b>	<b>7,5</b>	<b>3</b>
5	5	5
<b>1,74</b>	<b>1,56</b>	<b>1,68</b>
<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>

k.S.= keine Saprobien  
n.b. = nicht bestimmbar

Tabelle 5a – Bioindikatoren – Saprobienindex – Unterlauf + Mittellauf

Datum: Juli 2020	Güte-Faktor	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	
<b>Tiergruppe</b>		<b>Häufigkeit</b>							
Steinfliegenlarve	1,0					1,0	0,5	0,5	
Lidmückenlarve	1,3						1,5	1,5	
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	1,0	1,0		1,5	1,5	1,0	3,5	
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5							0,5	
Hakenkäfer (Elmis)	1,5		1,0						
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5								
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5				1,5	0,5	1,0	0,5	
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7				0,5	0,5	0,5		
Libellenlarve (C. virgo)	1,9								
Flohkrebs	2,0	2,0	2,5		2,5	1,0	1,0	1,0	
Napfschnecke	2,0	1,0		1,0	1,0	1,5	2,0	1,5	
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0		0,5						
Erbsenmuschel	2,2								
Großer Schneckenegel	2,3								
Dreikantmuschel	2,3								
Weisser Strudelwurm	2,3	1,5		1,0	1,0	1,0			
Kriebelmückenlarve	2,3								
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3								
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3								
p. antipodarium	2,3								
Zweiäugiger Plattegel	2,6								
Wasserassel	3,0	3,0	2,0	3,5	0,5	1,0		0,5	
Roll-Egel	3,0	1,5	0,5	3,5					
Rote Zuckmückenlarve	3,8								
Schlammröhrenwurm	3,8		0,5	1,0					
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7,5</b>	<b>9,5</b>	
Gewässertyp nach HLNUG		6	6	6	6	5	5	5	
<b>Saprobienindex:</b>		<b>2,43</b>	<b>2,28</b>	<b>2,9</b>	<b>1,89</b>	<b>1,86</b>	<b>1,61</b>	<b>1,58</b>	
<b>Gewässergüte:</b>		<b>III</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	

Tabelle 5b – Bioindaktoren – Saprobienindex – Oberlauf

Datum: Juli 2020	Güte-Faktor	Abschnitt 3			Abschnitt 2			Abschnitt 1 (Quelle)		
Tiergruppe	Häufigkeit									
Steinfliegenlarve	1,0		2,0					1,5		
Lidmückenlarve	1,3	1,0						1,0		
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	1,5						0,5		
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5									
Hakenkäfer (Elmis)	1,5									
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5									
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5	0,5								
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7									
Libellenlarve (C. virgo)	1,9									
Flohkrebs	2,0			3,0				0,5		
Napfschnecke	2,0	1,0						1,0		
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0									
Erbsenmuschel	2,2									
Großer Schneckenegel	2,3									
Dreikantmuschel	2,3									
Weisser Strudelwurm	2,3									
Kriebelmückenlarve	2,3									
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3									
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3									
p. antipodarium	2,3									
Zweiäugiger Plattegel	2,6									
Wasserassel	3,0	0,5						0,5		
Roll-Egel	3,0									
Rote Zuckmückenlarve	3,8									
Schlammröhrenwurm	3,8									

**Gesamthäufigkeit:** 9,5 k.S. 5  
Gewässertyp nach HLNUG: 5 5  
**Saprobienindex:** 1,63 k.S. 1,59  
**Gewässergüte:** II n.b. II

k.S.= keine Saprobien  
n.b. = nicht bestimmbar

Tabelle 6a – Bioindikatoren – Saprobienindex – Unterlauf + Mittellauf

Datum: September 2020	Güte-Faktor	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	
<b>Tiergruppe</b>		<b>Häufigkeit</b>							
Steinfliegenlarve	1,0							0,5	
Lidmückenlarve	1,3				0,5		1,5	0,5	
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	0,5	1,5		1,0	2,0	1,0	3,0	
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5				1,5	0,5		0,5	
Hakenkäfer (Elmis)	1,5					0,5			
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5								
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5	1,0	0,5		1,5	0,5	1,5		
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7	0,5	0,5		0,5			0,5	
Libellenlarve (C. virgo)	1,9								
Flohkrebs	2,0	2,0		3,5		2,5	1,5	2,0	
Napfschnecke	2,0	1,0	1,0		0,5	1,0	2,0	1,0	
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0						1,0		
Erbsenmuschel	2,2								
Großer Schneckenegel	2,3	0,5							
Dreikantmuschel	2,3								
Weisser Strudelwurm	2,3	2,0	1,0		2,5				
Kriebelmückenlarve	2,3								
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3								
Eiförmige Schlamm Schnecke	2,3								
p. antipodarium	2,3	2,5	1,5				3,0		
Zweiäugiger Plattegel	2,6								
Wasserassel	3,0	3,0	2,0		3,5	0,5	0,5	0,5	
Roll-Egel	3,0		1,5		3,5	1,0	1,0		
Rote Zuckmückenlarve	3,8								
Schlammröhrenwurm	3,8			1,5					
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>14</b>	<b>13</b>	<b>11,5</b>	<b>10</b>	<b>12,5</b>	<b>8,5</b>	<b>8,5</b>	
Gewässertyp nach HLNUG		6	6	6	6	5	5	5	
<b>Saprobienindex:</b>		<b>2,32</b>	<b>2,22</b>	<b>2,84</b>	<b>1,88</b>	<b>1,96</b>	<b>1,76</b>	<b>1,66</b>	
<b>Gewässergüte:</b>		<b>III</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	

Tabelle 6b – Bioindaktoren – Saprobienindex – Oberlauf

Datum: September 2020	Güte-Faktor	Abschnitt 3			Abschnitt 2			Abschnitt 1 (Quelle)		
Tiergruppe		Häufigkeit								
Steinfliegenlarve	1,0	1,0						0,5		
Lidmückenlarve	1,3	1,0						1,0		
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	0,5						1,5		
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5									
Hakenkäfer (Elmis)	1,5	1,5								
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5									
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5	0,5								
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7									
Libellenlarve (C. virgo)	1,9									
Flohkrebs	2,0	1,5						0,5		
Napfschnecke	2,0							0,5		
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0									
Erbsenmuschel	2,2									
Großer Schneckenegel	2,3									
Dreikantmuschel	2,3									
Weisser Strudelwurm	2,3									
Kriebelmückenlarve	2,3									
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3									
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3									
p. antipodarium	2,3									
Zweiäugiger Plattegel	2,6									
Wasserassel	3,0	1,0								
Roll-Egel	3,0									
Rote Zuckmückenlarve	3,8									
Schlammröhrenwurm	3,8									

**Gesamthäufigkeit:**

Gewässertyp nach HLNUG:

**Saprobienindex:**

**Gewässergüte:**

<b>7</b>	<b>k.S.</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>1,49</b>	<b>n.b.</b>	<b>1,43</b>
<b>II</b>	<b>n.b.</b>	<b>I</b>

k.S.= keine Saprobien  
n.b. = nicht bestimmbar



Tabelle 7a – Bioindikatoren – Saprobienindex – Unterlauf + Mittellauf

Datum: Dezember 2020	Güte-Faktor	Messstelle 10 (Mündung)	Messstelle 9	Messstelle 8 (nach Kläranlage)	Messstelle 7 (vor Kläranlage)	Messstelle 6	Messstelle 5	Messstelle 4	
<b>Tiergruppe</b>		<b>Häufigkeit</b>							
Steinfliegenlarve	1,0					1,0		0,5	
Lidmückenlarve	1,3					1,5	1,0	1,0	
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	0,5	1,5		0,5	0,5	2,0	2,5	
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5					1,0	0,5	0,5	
Hakenkäfer (Elmis)	1,5								
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5								
Köcherfliegenlarve (Rhyacophila)	1,5	1,0	0,5		1,0	1,0	1,5	0,5	
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7	0,5	0,5			0,5			
Libellenlarve (C. virgo)	1,9								
Flohkrebs	2,0	2,0		3,5		1,5	2,0	2,0	
Napfschnecke	2,0	1,0	1,0		2,0	1,5	1,0	2,0	
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0						0,5		
Erbsenmuschel	2,2								
Großer Schneckenegel	2,3	0,5							
Dreikantmuschel	2,3								
Weisser Strudelwurm	2,3	2,0	1,0						
Kriebelmückenlarve	2,3			1,0					
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3								
Eiförmige Schlamm Schnecke	2,3								
p. antipodarium	2,3	2,5	1,5		1,0	1,0	1,0		
Zweiäugiger Plattegel	2,6								
Wasserassel	3,0	3,0	2,0	3,5	0,5	0,5			
Roll-Egel	3,0	1,0	1,5	3,5	1,0	1,5	0,5	0,5	
Rote Zuckmückenlarve	3,8			1,0					
Schlammröhrenwurm	3,8			1,5					
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>14</b>	<b>13</b>	<b>11,5</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>8,5</b>	<b>9,5</b>	
Gewässertyp nach HLNUG		6	6	6	6	5	5	5	
<b>Saprobienindex:</b>		<b>2,32</b>	<b>2,22</b>	<b>2,88</b>	<b>1,89</b>	<b>1,98</b>	<b>1,73</b>	<b>1,69</b>	
<b>Gewässergüte:</b>		<b>III</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	<b>II</b>	

Tabelle 7b – Bioindikatoren – Saprobienindex – Oberlauf

Datum: Dezember 2020	Güte-Faktor	Abschnitt 3			Abschnitt 2			Abschnitt 1 (Quelle)			
Tiergruppe		Häufigkeit									
Steinfliegenlarve	1,0	1,0				2,0			1,0		
Lidmückenlarve	1,3			3,0	1,5				1,5		
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	1,0			1,0				!;		
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5										
Hakenkäfer (Elmis)	1,5										
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5										
Köcherfliegenlarve (Rhyacophilia)	1,5	0,5			0,5				0,5		
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7										
Libellenlarve (C. virgo)	1,9										
Flohkrebs	2,0	1,0									
Napfschnecke	2,0	1,5			0,5				1,0		
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0								0,5		
Erbsenmuschel	2,2										
Großer Schneckenegel	2,3										
Dreikantmuschel	2,3										
Weisser Strudelwurm	2,3										
Kriebelmückenlarve	2,3										
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3										
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3										
p. antipodarium	2,3										
Zweiäugiger Plattegel	2,6										
Wasserassel	3,0	0,5			0,5						
Roll-Egel	3,0										
Rote Zuckmückenlarve	3,8	0,5									
Schlammröhrenwurm	3,8										

**Gesamthäufigkeit:**

Gewässertyp nach HLNUG:

**Saprobienindex:**

**Gewässergüte:**

<b>9</b>	<b>6</b>	<b>5,5</b>
5	5	5
<b>1,71</b>	<b>1,42</b>	<b>1,45</b>
<b>II</b>	<b>I</b>	<b>I</b>

k.S.= keine Saprobien  
n.b. = nicht bestimmbar

Anhang 7.5 - Fehleranalyse der biologischen Bestimmungen

Tabelle x- Berechnung zur Präzision der biologischen Messungen

Datum: 29.12.2020	Güte-Faktor	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5
<b>Tiergruppe</b>						
Steinfliegenlarve	1,0					
Lidmückenlarve	1,3		0,5			0,5
Eintagsfliegenlarve abgeplattet	1,3	0,5		0,5	0,5	1,0
Winkelkopf -Strudelwurm	1,5	1,0		1,0	1,0	1,0
Hakenkäfer (Elmis)	1,5		0,5			0,5
Köcherfliegenlarve mit Köcher	1,5					
Köcherfliegenlarve (Rhyacophilia)	1,5	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)	1,7		0,5	0,5		
Libellenlarve (C. virgo)	1,9					
Flohkrebs	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	2,0
Napfschnecke	2,0	2,5	2,5	1,5	1,5	2,5
Köcherfliegenlarve (Hydropsyche)	2,0	0,5				0,5
Erbsenmuschel	2,2					
Großer Schneckenegel	2,3					
Dreikantmuschel	2,3			0,5	2,0	0,5
Weißer Strudelwurm	2,3	0,5	0,5	1,0		
Kriebelmückenlarve	2,3					
Langfühlerige Schnauzenschnecke	2,3					
Eiförmige Schlammuschnecke	2,3					
p. antipodarium	2,3			1,0		
Zweiäugiger Plattegel	2,6					
Wasserassel	3,0	1,5	1,5	2,0	2,5	1,5
Roll-Egel	3,0	1,5	2,0	1,5	1,0	2,0
Rote Zuckmückenlarve	3,8	0,5			0,5	
Schlammröhrenwurm	3,8					
<b>Gesamthäufigkeit:</b>		<b>11</b>	<b>11,5</b>	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>	<b>14</b>
Gewässertyp nach HLNUG		6	6	6	6	6
<b>Saprobienindex:</b>		<b>2,27</b>	<b>2,21</b>	<b>2,24</b>	<b>2,29</b>	<b>2,12</b>
<b>Gewässergüte:</b>		<b>III</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>III</b>	<b>II</b>



## JuFo - WASSERANALYSEBOGEN

<b>Datum / Uhrzeit:</b>	<b>Probenentnahme durch (Person/en):</b>
<b>Kurzbeschreibung aktuelle Wetterlage</b> und der <b>Wetterlage der Vortage</b> - Beschreibung von <b>Auffälligkeiten</b> und <b>Veränderungen:</b>	

Bestimmung der <u>PHYSIKALISCHEN &amp; CHEMISCHEN</u> Wassergüte im Fließgewässer Erlenbach	Messbereich:		Messbereich:	
	Messpunkt	Messpunkt	Messpunkt	Messpunkt
<b>1) Breite der gesamten Messstelle [cm]</b>				
<b>2) Wassertiefe [cm]</b>				
<b>3) Temperatur [°C]</b> [Außen = A; Wasseroberfläche =O und Wassergrund =G]	A= O= G=	A= O= G=	A= O= G=	A= O= G=
<b>4) Fließgeschwindigkeit</b> [Fließzeit [Sec.] des Holzspatels (1,8cm x15cm) auf 2m Strecke, Umrechnung in Fließgeschwindigkeit]	Z=  V=	Z=  V=	Z=  V=	Z=  V=
<b>5) Sediment</b> [1= steinig groß, 2=steinig klein, 3=steinig feinkörnig, 4= sandig grobkörnig, 5= sandig feinkörnig, 6= eigene Anmerkung]				

**STANDARDPROZEDERE:** Die Messungen in der entnommenen Wasserprobe müssen die **tatsächlichen Werte**, wie sie im fließenden Gewässer vorliegen, wieder spiegeln. Hierzu kann es sinnvoll sein, auf beiden Flussseiten und in der Flussmitte eine Probe zu entnehmen und diese zu einer **Mischprobe** zu vereinigen. Jedes Fließgewässer weist **Ruhe- und Strömungszonen** auf. Die Konzentrationen der chemischen Untersuchungsparameter können hier deutliche Unterschiede zeigen, so dass sich eventuell **mehrere Messstellen** im Untersuchungsbereich anbieten. Die Wasserproben sollten aus dem strömenden Bereich genommen werden. Die Probenentnahmeorte sind so auszuwählen, dass sie nicht unmittelbar nach der Einmündung eines Zulaufes oder direkt an einem Wehr, einer Staustufe oder einer Schleuse liegen, da hier das Wasser mit Sauerstoff oder ... extrem angereichert werden und es so zu falschen Messergebnissen kommt. Die Probenahmestelle sollte schließlich so ausgewählt werden, dass sie **eindeutig beschreibbar** und für andere "Probennehmer" auffindbar ist. Über jede Probenahme wird ein **Protokoll** angefertigt. Ebenfalls von entscheidender Bedeutung ist die stetig gleiche **Entnahmetiefe**. Aus praktischen Gründen sollte die Entnahme ca. **10 cm unter der Wasseroberfläche** erfolgen. **Hierzu wird das Probenglasgefäß für ca. 1 Minute entgegen der Fließrichtung und ca. 10 cm unter die Wasseroberfläche eingetaucht.** Das Probenglasgefäß unter Wasser öffnen, Wasser längere Zeit einströmen lassen, dann ganz voll füllen und unter Wasser schließen, um weitere Gasanreicherungen zu vermeiden (eventuell 2 Messungen durchführen - bei Gleichheit der Ergebnisse erfolgt die Mittelwertberechnung. Bei Ungleichheit der ersten beiden Messergebnisse erfolgt eine dritte Messung. Die Mittelwertberechnung erfolgt dann über die zwei ähnlichsten Messergebnisse). Die Wasseranalyse möglichst direkt vor Ort oder zeitnah nach der Probenentnahme vornehmen, da es sonst zu einer Verfälschung der Messwerte kommt. Bei zeitlich verzögerter Wasseranalyse, die Einmachgläser bei Umgebungstemperatur lagern. Ammonium- und Nitrat-Messwerte können z.B. durch bakterielle Vorgänge eine rasche Veränderung erfahren. Auch der pH-Wert, sowie die Kohlendioxid- und Sauerstoffkonzentration sollten möglichst am Ort der Probenentnahme gemessen werden. Je länger eine Probe gelagert wird, umso weniger lassen sich die Analyseergebnisse noch verwerten. Ist es notwendig die Wasserprobe mit in das „Labor“ zu nehmen, sollten die Probenflaschen kühl und dunkel transportiert und bis zur Untersuchung gelagert werden (z. B. in einer Kühltasche).Vor dem Beginn der Analyse lässt man die Proben jedoch etwas im Labor stehen, um sie auf Raumtemperatur zu bringen, dann werden diese analysiert.



## JuFo - WASSERANALYSEBOGEN

Bestimmung der <u>PHYSIKALISCHEN &amp; CHEMISCHEN</u> Wassergüte im Fließgewässer Erlenbach	Messbereich:		Messbereich:	
	Messpunkt	Messpunkt	Messpunkt	Messpunkt
<b>Probennummer (Datum + Uhrzeit + Code für Probenentnahmestelle):</b> z.B. 23.05.17/14:55/1a				
<b>6) Geruchsqualitäten</b> [1= geruchlos, 2= erdig, modrig / muffig, 3= faulig, jauchig, nach faulen Eiern <sup>n</sup> (H <sub>2</sub> S), 4= scharf-stechend (Ammoniak)]				
<b>7) Farbqualitäten</b> [1= farblos, 2=grau-gelblich (wenig org. Substanzen - hoher Eisengehalt), 3= grau-braun-schwarz, (viele org. Substanzen - Humusstoffe), 4= grün-gelblich (Algen, Einzeller)]				
<b>8) pH-Wert</b>				
<b>9) Ammonium [NH<sup>4+</sup>]</b> (0,05 – 10 mg/l)				
<b>10) Carbonhärte</b> (1 Tropfen=1°dH)				
<b>11) Gesamthärte</b> (1 Tropfen=1°dH)				
<b>12) Nitrat [NO<sub>3</sub><sup>-</sup>]</b> (0 bis 80 mg/l)				
<b>13) Nitrit [NO<sub>2</sub><sup>-</sup>]</b> (0,02 bis 1 mg/l)				
<b>14) Phosphat [PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>]</b> (0,5-6 mg/l)				
<b>15) Sauerstoff [O<sub>2</sub>]</b> (0 bis 10 mg/l)				
<b>16) Kohlendioxid [CO<sub>2</sub>]</b> (0-100mg/l)				
<b>17)</b>				
<b>18) Anmerkungen</b>				



## A) JuFo-„ERLENBACH-CHECK“ – Bioindikation - Biologische Bestimmung der Gewässergüte -

<b>Datum / Uhrzeit:</b>	<b>Probenentnahme durch (Person/en):</b>
<b>Bachabschnitt:</b>	<b>Aktuelle Wetterlage, Temperatur &amp; Wetterlage Vortage:</b>

Tiergruppe	Anzahl <sup>1</sup>	Häufigkeit <sup>2</sup>	Gütefaktor <sup>3</sup>	=	Güteprodukt <sup>4</sup>
Steinfliegenlarve			x 1.0	=	
Lidmückenlarve			x 1.3	=	
Eintagsfliegenlarve abgeplattet			x 1.3	=	
Winkelkopf-Strudelwurm			x 1.5	=	
Hakenkäfer (Elmis)			x 1.5	=	
Köcherfliegenlarve mit Köcher			x 1.5	=	
Köcherfliegenlarve ( <i>Rhyacophila</i> )			x 1.5	=	
Eintagsfliegenlarve (Ephemera)			x 1.7	=	
Flohkrebs			x 2.0	=	
Napfschnecke			x 2.0	=	
Köcherfliegenlarve ( <i>Hydropsyche</i> )			x 2.0	=	
Dreikantmuschel (Wandermuschel)			x 2.3	=	
Weisser Strudelwurm			x 2.3	=	
Kriebelmückenlarve			x 2.3	=	
Wasserassel			x 3.0	=	
Roll-Egel			x 3.0	=	
Rote Zuckmückenlarve			x 3.8	=	
Schlammröhrenwurm ( <i>Tubifex</i> )			x 3.8	=	
Weitere Tierarten			x	=	
			x	=	
			x	=	
			x	=	
			x	=	
			x	=	
			x	=	
			x	=	

<b>AUSWERTUNG:</b>	<b>Gesamthäufigkeit<sup>5</sup></b> <input style="width: 80px;" type="text"/>	<b>Gesamtsumme<sup>6</sup></b> <input style="width: 80px;" type="text"/>
<b>Gesamtsumme<sup>6</sup></b> <input style="width: 80px;" type="text"/>	:	<b>Gesamthäufigkeit<sup>5</sup></b> <input style="width: 80px;" type="text"/>
	=	<b>Saprobien-Index<sup>7</sup></b> <input style="width: 80px;" type="text"/>
		<b>Gewässergüte<sup>8</sup></b> <input style="width: 80px;" type="text"/>



## Bestimmung der Gewässerstruktur eines Bachabschnitts

Datum/ Uhrzeit:	Bachabschnitt:
GPS-Daten Anfang:	GPS-Daten Ende:

Bewertungs- kriterium	Naturnah	Beeinträchtigt	Naturfremd	Bemerkungen
<b>1 Bachverlauf / Entwicklung</b>	natürlich, schlängelnd, abwechslungsreich	Korrekturen sichtbar	Gestreckt, kanalisiert	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	
<b>2 Querprofil</b>	Wechselnde Tiefen und Breiten	Leichte Differenzen im Uferbereich	Einheitlich gestaltet	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	
<b>3 Längsprofil</b>	Unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten, stehende Bereiche	Abwechselnder Wasserdurchfluss	Einheitliche Fließgeschwindigkeit	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	
<b>4 Sediment / Bachsohle</b>	Vielgestaltig, diverse Substrate, natürlich	künstliche Eingriffe erkennbar	Künstlich, einheitlich	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	
<b>5 Ufer (bis zu 5m entfernt)</b>	Beschattet, vielfältig	Künstlich/ natürlich abwechselnd	gleichförmig	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	
<b>6 Umfeld (bis zu 25m entfernt)</b>	Natürlich gestaltet	Teilweise besiedelt	Urbanisiert, unnatürlich	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	
<b>7 Fischwanderung</b>	Jederzeit möglich	Nur durch niedrige Schwellen (unter 20cm) behindert	Hohe Schwellen (übe 70cm) behindern Wanderung	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	
<b>8 Urbane Nutzung</b>	Nicht erkennbar	Geringe Auswirkungen erkennbar	Starke Auswirkungen erkennbar	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	
<b>9 Landwirt- schaftliche Nutzung</b>	Nicht erkennbar	Geringe Auswirkungen erkennbar	Starke Auswirkungen erkennbar (Gülleinfluss, etc.)	
	1    2    3	4    5    6	7    8    9	

Gesamtbeurteilung:	Summe aller bewerteten Punkte:	
	Mittelwert /Durchschnitt:	



