

Untersuchungen zur Trophiesenkung des Anlagensees



Blick vom Ablauf auf den Anlagensee

Auftraggeber: Universitätsstadt Tübingen
 Stabsstelle ZOB Europaplatz
 Brunnenstraße 3
 72074 Tübingen

Auftragnehmer: BIOPLAN-Landeskulturgesellschaft
 Pfohlhofstraße 20
 74889 Sinsheim-Steinsfurt
 Tel.: 07261-5995
 Email : bioplan-lambert@t-online.de

Bearbeiter: Benedikt Lambert

Berichtsdatum: 17.12 2020

Abkürzungsverzeichnis

ST	Sichttiefe nach Secchi
Chla	Chlorophyll-a
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
T _w	Wassertemperatur
Lf	Elektrische Leitfähigkeit, bezogen auf 25 °C
O ₂	Molarer Sauerstoff
SSI	Sauerstoffsättigung, bezogen auf die jeweilige Wassertemperatur
P _{ges}	Gesamter Phosphor
P _{gel}	Gelöster Phosphor
P _{part}	Partikulärer Phosphor

Inhalt

1	Anlass	8
2	Methodik	8
3	Seesediment	12
4	Hydraulische Kennziffern.....	15
5	Stoffliche Belastung.....	18
5.1	Diffuse Belastung	18
5.2	Trockenwetterzufluss	20
5.3	Regenwetterabfluss.....	23
6	Stoffliche Wirkungen	25
6.1	Planktonproduktion	25
6.2	Aufenthaltszeit.....	29
6.3	Schichtung	31
6.4	Nitratverbrauch.....	37
7	Maßnahmenvorschläge.....	38
7.1	Sedimenträumung.....	38
7.2	Anlage eines Seetrichters	40
7.3	Zuflussregulierung.....	40
7.4	FeCl ₃ -Dosierung.....	40
8	Schlussfolgerungen.....	42
9	Zusammenfassung.....	42
10	Quellenangaben	44
11	Anhang.....	45
11.1	Rohdaten Wasser	45
11.2	Rohdaten Feststoffe.....	50
11.3	Wasser- und Sedimentkataster	53
11.4	Profilgehalte, T _w , L _f , O ₂ , SSI	56

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	Durchschnittliche Gehalte des Anlagensee-Sedimentes.....	13
Tabelle 2:	Vergleich der PAK ₁₆ -Gehalte des Anlagensedimentes	13
Tabelle 3:	Stoffgradienten des Anlagenseesedimentes, 0-20 cm Tiefe, 22.08.2019.....	14
Tabelle 4:	Kennwerte des Seesedimentes des Anlagensees	14
Tabelle 5:	Hydrologische Kenndaten zum Zufluss des Anlagensees	15
Tabelle 6:	Versickerungsversuch Anlagensee 2019.....	16
Tabelle 7:	Hydrologische Kenngrößen des Anlagensees	18
Tabelle 8:	Phosphor- und Nitratgehalte der Steinlach und des Mühlbaches bei Trockenwetter, 11.07.2020	21
Tabelle 9:	Vergleich der Stoffgehalte nach dem großen Regenereignis vom 03.02.2020 von Mühlbach (M) und Neckar (N).....	21
Tabelle 10:	Vergleich der Stoffgehalte des Anlagenseezuflusses bei Trockenwetter	22
Tabelle 11:	Stoffgehalte des Anlagenzulaufes bei Regenwetter.....	24
Tabelle 12:	Vergleich der Stoffgehalte des Anlagenseezuflusses	25
Tabelle 13:	Vergleich von Trockenwetter- und Regenwetterzufluss in den Anlagensee – nach Wurm (2003) -.....	25
Tabelle 14:	Jahresgang der Wassertransparenz des Anlagensees - Sichttiefe in m -	26
Tabelle 15:	Phosphorgehalte des Anlagensees in µg/l.....	27
Tabelle 16:	Phosphorgehalte des Anlagensees in µg/l - nach Wurm (2001) [1] -	28
Tabelle 17:	Vergleich der Änderungen der Phosphorfraktionen von Zulauf und Ablauf des Anlagensees in µg/l	28
Tabelle 18:	Phosphorgehalte des Anlagensees bei Trockenwetter in µg/l.....	30
Tabelle 19:	Stoffgehalte des Anlagensees während der zuflussfreien Zeit im Herbst 2019. 30	
Tabelle 20:	Vergleich der P-Änderung im Anlagensee	31
Tabelle 21:	Seewasserschichtung 06.07.2000, 14:00 Uhr, nach Wurm 2001 [1].....	31
Tabelle 22:	Na-Gehalte des Seezulaufes während des Winterhalbjahres 2019/2020.....	32
Tabelle 23:	Vergleich der Stoffgehalte von Seewasser und Seewasserablauf	34
Tabelle 24:	Profilgehalte des Anlagensees, 22.08.2019.....	35
Tabelle 25:	Profilgehalte des Anlagensees bei geringer und hoher Wassertemperatur, 06.02.2020, 9:55 Uhr und 06.09.2020, 13:30 Uhr.....	35
Tabelle 26:	Salzgehalt und Sauerstoff über Grund in Seemitte, nach Wurm (2020).....	36
Tabelle 27:	Vergleich der stofflichen Parameter während der Vegetationsperiode ohne und vorausgegangener Winterung - nach Wurm (2001) [1], Wurm (2003) [2] - 37	
Tabelle 28:	Nitratverbrauch des Anlagensees in Abhängigkeit der Winterung 2018/2019..	38
Tabelle 29:	Nitratverbrauch des Anlagensees.....	38

Tabelle 30: Aire de Berchem, Reinigung der Parkplatzabflüsse, Abbauversuche mit Sedimenten der 1. Stufe. Probenahme aus den Hauptbecken, 28.12.2017, nach [5]	39
Tabelle 31: Berechnung der Dosiermenge an FeCl ₃ -Lösung.....	41

Abbildungsverzeichnis

Bild 1:	Profilaufnahme von T_w , Lf, O_2 bzw. SSI, 2 m von der ablaufseitigen Mauer des Anlagensees entfernt (Tiefenprofil: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 m).....	9
Bild 2:	Wasserstandssonde am Ablauf des Anlagensees	10
Bild 3:	Abzweig der Steinlach in den Mühlbach (links) und Abzweig des Mühlbaches in den Neckar	10
Bild 4:	Seezulauf (links) und Seeablauf (rechts)	11
Bild 5:	Fließwege am Anlagensee, Schemaskizze	11
Bild 6:	Austrocknung eines Berliner Stadtsees aufgrund des zu geringen oberirdischen Zuflusses.....	16
Bild 7:	Wasserspiegelschwankung des Anlagensees von Februar bis August 2020	17
Bild 8:	Das Falllaub wird durch den Wind zu einer kompakten Schwimmdecke. Großflächige Winddrift (links) auf dem See und Schwimmdecke (rechts) am Seeablauf.....	19
Bild 9:	Seeablauf, Vegetationsschwimmdecken entstehen über das gesamte Jahr (links Februar, rechts September)	19
Bild 10:	Der Wasservogelbesatz des Anlagensees ist deutlich geringer als während der Untersuchungsperiode 2000 – 2003 von Karl Wurm	20
Bild 11:	Zeitliche Änderung der Ablaufkonzentrationen der KA-Dusslingen, Daten nach [4].....	22
Bild 12:	Erosionsgeprägter Abfluss des Mühlbaches am Zulauf des Anlagensees zu Beginn (links) und nach Ende (rechts) des 23 mm großen Regenereignisses.....	23
Bild 13:	Das große Niederschlagsereignis am 03.02.2020 (links) war 6 Tage später noch an der Mineraltrübe des Seewassers erkennbar	23
Bild 14:	Regenwetterbedingte Änderung der Stoffgehalte des Seezuflusses.....	24
Bild 15:	Am Seegrund wachsende, im Frühjahr bei noch hoher Wassertransparenz zur Schwimmdecke aufgetriebene Algenfladen (Krötenhäute).....	26
Bild 16:	Blick von der Mauer am Seeablauf auf das trübe Seewasser (Sichttiefe 0,60 m)	27
Bild 17:	Die beiden Fließgewässerabschnitte (links hohe, rechts geringe Durchströmung) zeigen, dass die Wassergüte durch diese bestimmt wird	29
Bild 18:	Minderung des Planktonaustrages durch Seewasserschichtung	33
Bild 19:	Der schichtungsbedingte geringere Planktonaustrag zeigt sich, neben der höheren Wassertrübe, an den Sauerstoffblasen (hohe Übersättigung).....	34
Bild 20:	Ganglinie von Temperatur und Sauerstoff des Seewassers, Messung 2 m von Mauer am Ablauf entfernt	36

Bild 21:	Seesediment nach Trocknung im Beet	39
Bild 22:	Der 1 m ³ große Fällmittelbehälter müsste nach bisherigem Kenntnisstand 2,5-mal pro Jahr befüllt werden.	41

1 Anlass

Die mittlere P_{ges} -Zulaufkonzentration bei Trockenwetter beträgt derzeit beim Anlagensee 171 $\mu\text{g/l}$. Diese Zulaufkonzentration führt zu einer sehr hohen Planktonproduktion, die u.a. an geringer Wassertransparenz, fehlenden Wasserpflanzen, extremen O_2 -Schwankungen von nahe 0 bis über 200 % Sättigung erkennbar ist.

Unter den am Anlagensee wirksamen Einflussgrößen auf die Gewässergüte, geringe Seetiefe, hohe Mächtigkeit an Altsediment, hohem potenziellen Wasserzufluss des Mühlbaches, Kläranlageneinleitung in den Mühlbach bei geringem Verdünnungsverhältnis, sollte geklärt werden, welche Maßnahmen für eine Senkung der Seetrophie möglich sind.

2 Methodik

Wasseruntersuchungen

Vom 25.06.2019 bis 06.09.2020 wurden 50 Vor-Ort-Termine durchgeführt. Die Rohdaten der Wasseruntersuchung sind im Anhang 10.1 dokumentiert. Die Analysen erfolgten im Labor Bioplan. Die Auswertung der Wasseranalysen bezieht sich auf die Quartalsmittelwerte 03/2019, 04/2019, 01/2020 und 02/2020. Die restlichen Analysen wurden wegen der Unvollständigkeit der Quartale in diesem Bericht nicht berücksichtigt. Aufgrund der beobachteten Schichtung des Seewassers am Seeablauf wurden ab dem 28.08.2019 vom Seeablauf immer 2 Wasserproben entnommen:

- a) von der Wasseroberfläche am Ablauf
- b) vom Wehrablauf

Sedimentuntersuchungen

Es wurden jeweils an 3 Positionen Sedimente entnommen (zulaufnah, mittig, zulauffern):

- a) am 22.08.2019 mit dem Sedimentgreifer in 0 – 20 cm Sedimenttiefe
- b) am 10.01.2020 mit einem Sedimentstecher 0 – 20 cm über dem Neckarkies.

Im Mittel sind von der durchschnittlichen Sedimenttiefe von 0,46 m die mittleren 6 cm Sediment nicht beprobt worden. Pro Mischprobe wurden jeweils 5 Teilproben entnommen. Nach der Mischprobenherstellung wurde vor Ort mit volumenkalibrierten 20 l-Eimern und einer Feldwaage die Sedimentlagerungsdichte in kg FM/l bestimmt. Im Labor Bioplan wurden die Parameter TS, LD, Körnung, GV, CaCO_3 , $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ untersucht. Im Labor Eurofins, Tübingen wurden die Parameter nach LAGA untersucht. Die Rohdaten der Sedimente sind in Anhang 10.2 dokumentiert.

Wasser- und Sedimentkataster

Am 22.08.2019 wurden 10 Querprofile am Anlagensee erstellt (Anhang 10.3). Mit Hilfe dieser Peilstangenmessung konnte das Wasser- und Sedimentvolumen ermittelt werden. Mit

Zuhilfenahme der Lagerungsdichte und des Trockensubstanzgehaltes konnte die Trockenmasse an Sediment ermittelt werden.

Profilaufnahme T_w , Lf, O_2 , SSI

Da die Profilaufnahme in Seemitte den aufwändigen Boottransport voraussetzt, konnte diese Aufnahme nur am 22.08.2019 vorgenommen werden (Katastererstellung). Ab dem 01.10.2019 wurden 2 Meter von der Mauer am Ablauf entfernt mit einem Galgen Profilaufnahmen ermittelt (Bild 1). Bis zum 06.09.2020 wurden 24 Profile aufgenommen. Die Rohdaten sind in Anhang 10.4 dokumentiert.



Bild 1: Profilaufnahme von T_w , Lf, O_2 bzw. SSI, 2 m von der ablaufseitigen Mauer des Anlagensees entfernt (Tiefenprofil: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 m)

Wasserstandsmessungen

Da unklar war, ob Wasser vom Anlagensee in den Neckarschotter versickert, wurde vom 12.10. bis 26.10.2019 der Seezufluss abgestellt. Über eine am Gitter des Seeablaufes angebrachte WS-Sonde wurde der Wasserspiegelabfall erfasst (Bild 2).



Bild 2: Wasserstandssonde am Ablauf des Anlagensees

Ab Februar 2020 wurde das Zulaufwehr notdürftig repariert und der Zufluss mit diesem Wehr gedrosselt. Durch diese Maßnahme sollte der hochbelastete Regenwetterzufluss vom Anlagensee ferngehalten und unmittelbar in den Neckar geleitet werden. Zur Dokumentation der Wirksamkeit dieser Zulaufdrosselung wurde die schon für die Versickerung installierte WS-Sonde verwendet.

Fließschema des Anlagensees

Der den Anlagensee speisende Mühlbach bekommt sein Wasser durch einen Abzweig aus der Steinlach (Bild 3, links). Das überschüssige Mühlbachwasser, das nicht in den Anlagensee geleitet werden soll, kann am neu errichteten, verstellbaren Wehr in den Neckar geleitet werden (Bild 3, rechts). Die Speisewassermenge des Anlagensees kann in weiten Grenzen verändert werden.



Bild 3: Abzweig der Steinlach in den Mühlbach (links) und Abzweig des Mühlbaches in den Neckar

Bild 4 zeigt links das provisorisch reparierte, verstellbare Zulaufwehr und rechts die feste Überlaufschwelle des Seeablaufes.



Bild 4: Seezulauf (links) und Seeablauf (rechts)

Aus der Schemaskizze (Bild 5) ist ersichtlich, dass durch Einstellung der Wehre 1 und 2 der Zufluss des Anlagensees reguliert werden kann. Damit auch bei geringem Mühlbachzufluss ein Mindestabfluss am Wehrablauf (Bild 5, Nr.3) vorhanden ist, muss die Wehrschwelle bei Nr. 1 ausreichend hoch eingestellt werden.

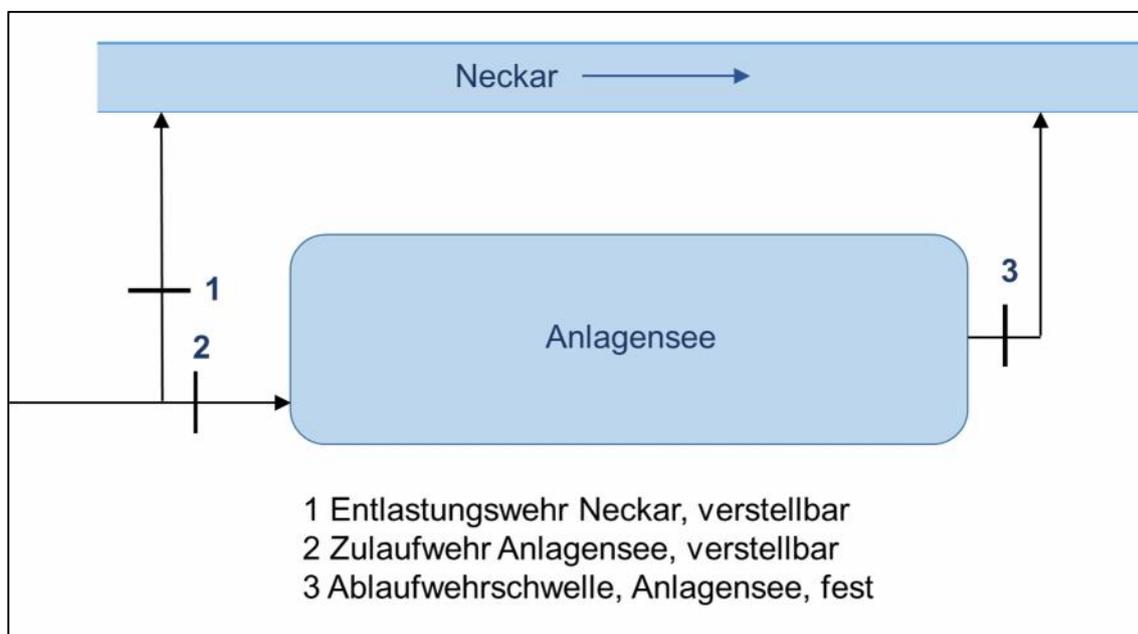


Bild 5: Fließwege am Anlagensee, Schemaskizze

Verwendete Niederschlagsdaten

Die in diesem Bericht verwendeten Niederschlagsdaten sind der Station Unterjesingen entnommen.

3 Seesediment

Die Wiederherstellung der ursprünglichen, durchschnittlichen Wassertiefe von derzeit 1,80 m auf 2,26 m verursacht folgende Effekte:

- a) Durch die Zunahme der Winddurchmischungstiefe bzw. Abnahme der Lichtintensität nimmt trotz gleichbleibend hoher Pges-Konzentration von 137 µg/l die Planktonproduktion ab.
- b) Die Abnahme der sommerlichen Erwärmung des Seegrundes führt zur Minderung des sedimentbürtigen Sauerstoffbedarfes.
- c) Die Sedimenträumung verhindert bei gewünschter Zunahme der Wassertransparenz die Massenentwicklung im Sediment wurzelnder Wasserpflanzen (Sediment als Nährstoffdepot).

Die Möglichkeit einer Verwertung statt Deponierung des Seesedimentes würde die Entnahme aus dem See deutlich erleichtern. Gegen eine Verwertung sprechen die Gehalte an PAK und MKW (Tabelle 1). Es wird deshalb vorgeschlagen nach Bergung des Sedimentes in einer Miete eine Mineralisierung von PAK₁₆ und MKW vorzunehmen. Die geringfügige Überschreitung des LAGA-ZO-Wertes von Zn (197 statt 150 mg/kg) und Cu (70 statt 40 mg/kg) sollte einer Verwertung nicht entgegenstehen.

Der hohe Feinkornanteil (< 0,06 mm) von 94,2 % und der hohe Carbonatgehalt von 43 % bestimmen maßgeblich die Verwertung. Durch die im Vergleich zu Mineralboden hohe organische Substanz ist die Voraussetzung gegeben, dass das bindige Korngerüst des Seesedimentes nach stichfester Konsistenz eine Krümelstruktur erlangt. Das Seesediment kann hierdurch als Oberboden verwendet werden.

Tabelle 1: Durchschnittliche Gehalte des Anlagensee-Sedimentes

Tiefe in cm	0 – 20	20 – 40	Ø	LAGA
TS in %	31,5	39,2	35,3	-
LD in t TM/m ³	0,41	0,50	0,45	-
T+U in %	97,0	91,5	94,2	-
GV in %	11,6	8,3	9,9	-
TOC in %	4,7	4,2	4,4	-
CaCO ₃ in %	44,9	41,2	43,0	-
Zn in mg/kg	188	206	197	150
Cd in mg/kg	0,33	0,80	0,56	1,00
Cu in mg/kg	54	87	70	40
Pb in mg/kg	24	36	30	70
Cr in mg/kg	27	39	33	60
Ni in mg/kg	24	26	25	50
As in mg/kg	5,2	6,8	6,0	15
Hg in mg/kg	0,10	0,15	0,12	0,50
TI in mg/kg	0,13	0,23	0,18	0,70
MKW in mg/kg	193	427	310	100
PAK ₁₆ in mg/kg	2,20	6,07	4,1	3,00

LAGA: Zuordnungswerte Feststoffe für Boden, ZO, Schluff

Der hohe Carbonatgehalt des Sedimentes von 43 % zeugt von einer hohen Planktonbürtigkeit, der hingegen sehr geringe GV von 9,9 % von einer besonders hohen Mineralisierung. Diese dürfte primär durch die hohe Nitratzufuhr verursacht sein.

Das tiefere bzw. ältere Sediment hat bei den anorganischen wie den organischen Schadstoffen höhere Gehalte. Dies dürfte auf die Aufkonzentrierung durch den höheren Mineralisationsgrad zurückzuführen sein (Tabelle 1). Der hohe Mineralisationsgrad trifft vermutlich nicht für die PAK₁₆ zu. Nach Erfahrungen mit Berliner Seen, die ausschließlich durch PAK₁₆-haltige Straßenabflüsse gespeist werden, findet in Seesedimenten nur ein sehr geringer PAK₁₆-Abbau statt. Die höheren PAK₁₆-Gehalte in den tieferen Sedimenten konnten durch eine unabhängige Untersuchung bestätigt werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Vergleich der PAK₁₆-Gehalte des Anlagensedimentes

Sedimenttiefe in cm	PAK ₁₆ in mg/kg	
	1	2
0 – 20	2,20	2,98
20 – 40	6,07	7,08

1 Messungen, obere Sedimenthälfte 22.08.2019
untere Sedimenthälfte 10.01.2020
jeweils Mittelwert aus zulaufnah, mittig, zulauffern
2 Messungen Dr. M. Schwientek, Universität Tübingen
Seemitte, Gefrierkern 0-41 cm, Jahr 2020

In Fließrichtung nehmen die Schadstoffgehalte der oberen 20 cm des Sedimentes ab, hingegen bei CaCO_3 zu (Tabelle 3). Dieses Verteilungsmuster deutet darauf hin, dass die geogenen Hintergrundgehalte das Sediment prägen bzw. die siedlungsbedingte Schadstofffracht gering ist. Hohe Schadstoffanteile im Sediment von Straßenabflüssen zeigen das umgekehrte Verteilungsmuster, mit dem Fließweg nehmen die Schadstoffgehalte im Sediment zu.

Tabelle 3: Stoffgradienten des Anlagenseesedimentes, 0-20 cm Tiefe, 22.08.2019

	zulaufnah	mittig	zulauffern
LD t TM/m ³	0,31	0,44	0,49
GV in %	15,9	9,86	9,16
CaCO ₃ in %	31,1	46,1	57,6
pH _{CaCl2}	6,8	7,0	7,1
Fe in %	2,39	1,56	1,16
Al in %	1,80	1,55	1,21
P in g/kg	1,52	1,27	1,08
Zn in mg/kg	223	164	115

Unter der Kenntnis, dass 1960 die letzte Sedimenträumung stattfand, kann eine Sedimentationsrate von 7,7 l/m²*a bzw. 3,5 kg TM/m²*a errechnet werden. Diese extrem hohe Sedimentation fand unter einer hohen vermuteten Sedimentmineralisation statt. Dies deutet darauf hin, dass ein relevanter Anteil des Sedimentes durch Bodenerosion im Einzugsgebiet in den Anlagensee eingetragen wurde.

Tabelle 4: Kennwerte des Seesedimentes des Anlagensees

Seefläche	17.250 m ²
Mittlere Mächtigkeit	0,46 m
Volumen	8.000 m ³
Trockenmasse	3.680 t
Lagerungsdichte	0,46 t TM/m ³
Volumen-Sedimentationsrate	7,7 l/m ² *a
Trockenmasse-Sedimentationsrate	3,5 kg/m ² *a
Organische Masse, GV	10 %
Carbonatische Masse	43 %
Nichtcarbonatische, mineralische Masse	47 %

Mittelwerte aus zulaufnah, mittig, zulauffern und der oberen und der unteren Sedimenthälfte

4 Hydraulische Kennziffern

Zuflussmenge

Der Anlagensee besitzt, bis auf extrem seltene Trockenereignisse wie 1972 (Tabelle 5), eine potenziell unbegrenzt große Zulaufmenge. Würden bei Trockenwetter 50 l/s dem See zugeleitet, würden bei MNQ noch 83 % und bei MQ noch 96 % der Steinlach zur Verfügung stehen (Tabelle 5). Bei 50 l/s und einem Seevolumen von 38.800 m³ (nach Sedimenträumung) entspricht dies einer mittleren Wasseraufenthaltszeit von nur 9 Tagen. Hierdurch wäre der Anlagensee ein Flussee mit sehr hohem Planktonaustrag. Durch die kurze Aufenthaltszeit bzw. den hohen Planktonaustrag wäre die Planktonkonzentration im See stark begrenzt.

Tabelle 5: Hydrologische Kenndaten zum Zufluss des Anlagensees

Einzugsgebiet, Pegel Steinlach	13.800 ha
NNQ, Steinlach, Jahr 1972	10 l/s
MNQ, Steinlach	300 l/s
MQ, Steinlach	1.400 l/s
Q _{KA} Kläranlagenablauf, Dusslingen	290 l/s
Q _{KA} /NNQ	29
Q _{KA} /MNQ	0,97
Q _{KA} /MQ	0,21

Der Wasserreichtum des Anlagensees trifft für den Großteil der Berliner Stadtseen nicht zu. Diese sind primär auf den Regenabfluss versiegelter, städtischer Flächen angewiesen. Ist auch diese Abflussmenge begrenzt, kommt es zum Austrocknen des Sees, wie in Bild 6 illustriert. Erst der zusätzliche oberirdische Zufluss gereinigten Regenabflusses einer neu entstehenden Wohnsiedlung kann zukünftig das Austrocknen verhindern.



Bild 6: Austrocknung eines Berliner Stadtsees aufgrund des zu geringen oberirdischen Zuflusses

Seewasserversickerung

Im Oktober 2019 wurde ermittelt ob und in welchem Umfang Seewasser in den Neckarschotter versickert. Es konnte eine Versickerungsmenge von 3,4 l/s bzw. eine Versickerungsgeschwindigkeit von $v = 2 \cdot 10^{-7}$ m/s ermittelt werden. Die vermutlich undurchlässige horizontal verlaufende Sedimentschicht unterbindet zumindest bei Vollenfüllung bis zur Seeüberlaufschwelle die seitliche Böschungsversickerung nicht. Die Untersuchungen haben gezeigt, sobald nur eine geringe Zulaufmenge in der Größenordnung der ermittelten Versickerung auftritt, kommt es zur starken Eintrübung des Seewassers, da der Planktonausttrag nicht mehr stattfindet.

Tabelle 6: Versickerungsversuch Anlagensee 2019

Zulaufwehr geschlossen	
Zeitraum 12.10 – 26.10.2019	Δ 14 Tage
Wasserspiegelabfall	Δ 0,24 m
Versickerungsgeschwindigkeit	$2,0 \cdot 10^{-7}$ m/s
Versickerungsmenge	$3,4 \text{ l/s} \triangleq 295 \text{ m}^3/\text{d} \triangleq 107.675 \text{ m}^3/\text{a}$

Die gemessene Versickerung bezieht sich auf das Mittel der oberen 24 cm der Wassersäule und auf den Zustand mit Sediment. Nach Sedimenträumung kann die Versickerung höher sein, da die Seesohle dann vermutlich hydraulisch durchlässiger ist.

Einstellung der Seezulaufmenge

Durch die beiden verstellbaren Wehre 1 und 2 (Bild 5) kann eine Zulaufeinstellung vorgenommen werden, die auch bei extremen Abflussschwankungen des Mühlbaches wirksam ist. Nachdem das Wehr 2 (Bild 5) provisorisch von der Stadt Tübingen repariert wurde, konnte ab Februar 2020 der Zufluss reguliert werden. Die Aufzeichnung der Wasserstandssonde (Bild 7) zeigt, dass erst nach Erhöhung der Wehrschwelle 1 im Juli 2020 ein hinreichend stabiler Seezufluss realisiert werden konnte. Bei niedriger Schwellenhöhe von Wehr 1 traten Wasserstandsminima im See auf, die den Planktonaustrag vollständig zum Erliegen brachten. Das Wasserspiegelminimum führte neben der Planktonanreicherung zum vollständigen Verbrauch des über den oberirdischen Zulauf eingetragenen Nitratstickstoffes (Zulauf: 4,53, Seewasser. 0,02 mg NO₃-N/l).

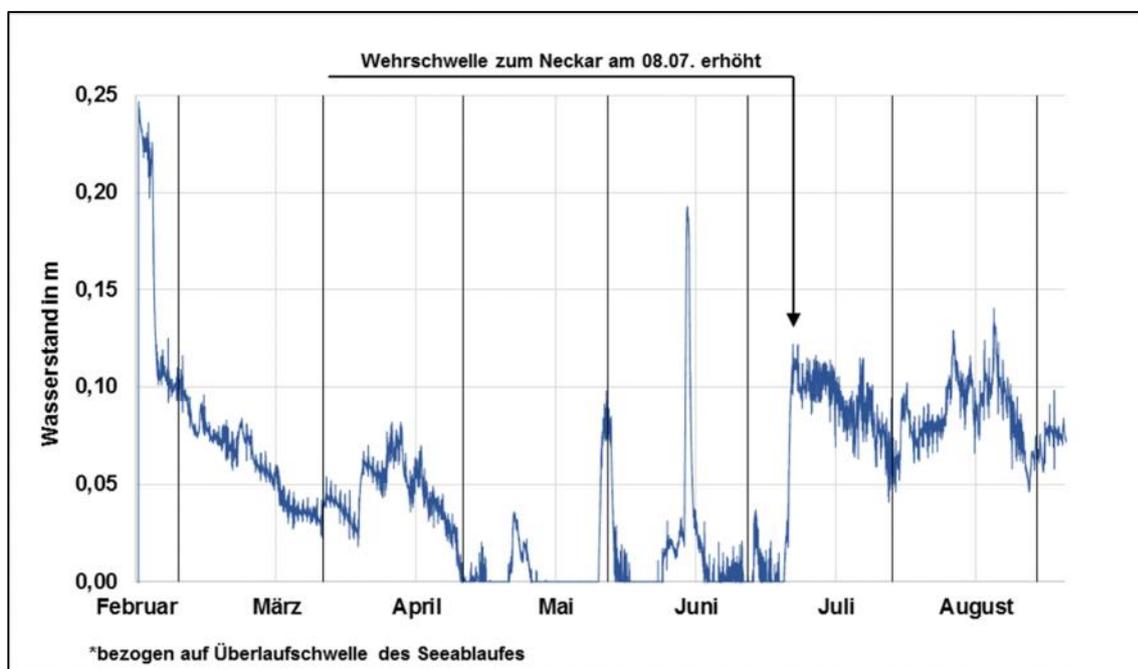


Bild 7: Wasserspiegelschwankung des Anlagensees von Februar bis August 2020

Es wird vorgeschlagen zukünftig eine Zulaufmenge von 20 l/s einzustellen. Dies entspricht bei einem sedimentgeräumten Seebecken von 38.900 m³ eine rechnerische Aufenthaltszeit des Seewassers von 22 Tagen.

Durch ein reguliertes Zulaufwehr könnte über Wasserstands- oder Trübungsmessung der Regenwetterzufluss vollständig vom Anlagensee ferngehalten werden.

Tabelle 7: Hydrologische Kenngrößen des Anlagensees
- nach Kataster vom 22.08.2020 -

Seefläche	1,72 ha
Ø Seetiefe ohne Sedimenträumung	1,80 m
Ø Seetiefe mit Sedimenträumung	2,26 m
Wasservolumen ohne Sedimenträumung	30.960 m ³
Wasservolumen mit Sedimenträumung	38.872 m ³
Zufluss, gewählt	20 l/s \triangleq 1.728 m ³ /d \triangleq 630.720 m ³ /a
Aufenthaltszeit *	22 d

* Bei Wasservolumen: 38.872 m³
Zulaufvolumen: 630.720 m³/a

5 Stoffliche Belastung

Die stoffliche Belastung des Anlagensees besteht aus folgenden Komponenten:

- diffuse Belastung
- Trockenwetterzufluss
- Regenwetterzufluss

Im Folgenden sollen diese 3 Belastungen erläutert werden.

5.1 Diffuse Belastung

Die nasse und trockene atmosphärische Deposition soll nicht betrachtet werden. Nach den Erfahrungen mit trophisch sanierten Seen z.B. dem Schlachtensee in Berlin, ist diese Belastungsquelle nicht maßnahmenrelevant.

Eintrag von Vegetationsresten

Nach bisheriger Erfahrung ist der Eintrag über den Mühlbach wie der diffuse Eintrag über die angrenzenden Parkbäume optisch erkennbar relevant. Die aufschwimmenden Vegetationsreste bilden eine Schwimmdecke, die der Wind je nach Richtung in eine der beiden schmalen Seeenden (Westende oder Ostende) verfrachtet. Es findet mehrheitlich eine Verfrachtung ans östliche Seeende statt (Bild 8). Die städtischen Bediensteten entnehmen regelmäßig die durch den Wind zusammengeschobenen Schwimmdecken von Vegetationsresten aus dem See. Nach unserer Beobachtung gibt es bei der Schwimmdeckenentnahme keinen Optimierungsbedarf.

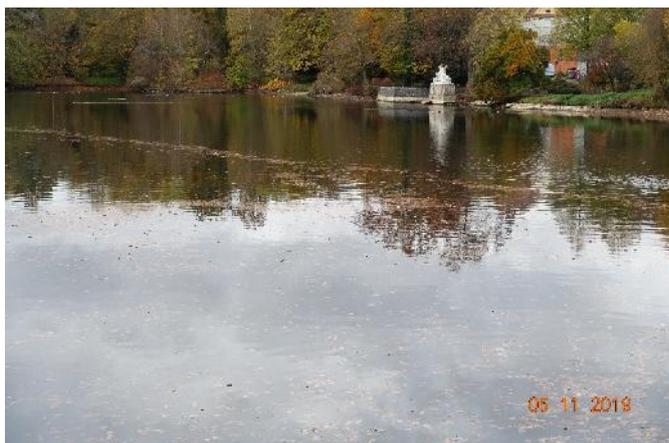


Bild 8: Das Falllaub wird durch den Wind zu einer kompakten Schwimmdecke. Großflächige Winddrift (links) auf dem See und Schwimmdecke (rechts) am Seeablauf



Bild 9: Seeablauf, Vegetationsschwimmdecken entstehen über das gesamte Jahr (links Februar, rechts September)

Eintrag von Wasservogelkot

Der hohe Wasservogelbesatz, den Wurm (2001) [1] im Jahr 2000 noch erfasst hat, ist im Jahr 2020 nicht mehr vorhanden. Nach unserer Erfahrung lässt sich das Füttern von Wasservögeln nicht verhindern. In Anbetracht der kurzen Wasseraufenthaltszeit bzw. des dadurch bedingten hohen Stoffaustuges über den Seeablauf, möchten wir empfehlen der Einschränkung der Fütterung der Wasservögel keine Priorität einzuräumen.



Bild 10: Der Wasservogelbesatz des Anlagensees ist deutlich geringer als während der Untersuchungsperiode 2000 – 2003 von Karl Wurm

5.2 Trockenwetterzufluss

Der dominierende P-Eintrag in den Anlagensee erfolgt durch den Trockenwetterabfluss. Hierbei ist auch im Jahr 2020 die dominante P-Quelle der Ablauf der Kläranlage Dusslingen. Nimmt man die Stichtagsmessungen vom 11.07.2020 als Bezugsgröße (Tabelle 8) so lässt sich Folgendes anführen. Würde das Wasser der oberen Steinlach unmittelbar in den Anlagensee geleitet, wäre mit $9 \mu\text{g P}_{\text{ges}}/\text{l}$ die Zulaufkonzentration nur 1/30 des derzeitigen Wertes (11.07.2020: $343 \mu\text{g P}_{\text{ges}}/\text{l}$). Auch der Nitratgehalt würde nur 1/7 des derzeitigen Wertes betragen (Tabelle 8). Die Stichtagsmessung vom 11.07.2020 zeigt aber auch, dass nicht nur die Punktquelle Kläranlagenablauf P in die Steinlach einträgt. Es kann folgende Konzentrationsaufstockung aus den Messungen ermittelt werden:

	$\Delta \mu\text{g P}_{\text{ges}}/\text{l}$	%
Oberhalb Kläranlage	9	3
Unterhalb Kläranlage	70	21
Kläranlage	255	76
Summe Aufstockung	334	100

Auch wenn die Punktquelle Kläranlage Dusslingen vollständig beseitigt werden könnte, blieben aus den diffusen Einleitungen in die Steinlach noch eine Restbelastung von $79 \mu\text{g P}_{\text{ges}}/\text{l}$. Diese Zulaufkonzentration würde immer noch zu einer hohen Planktonproduktion führen. Die

Ausführungen zeigen, dass eine tiefgreifende Senkung der Planktonproduktion durch Maßnahmen im Einzugsgebiet nicht zu erreichen ist.

Tabelle 8: Phosphor- und Nitratgehalte der Steinlach und des Mühlbaches bei Trockenwetter, 11.07.2020

	Lf	NO ₃ -N	P _{ges}	P _{gel}
	in µS/cm	in mg/l	in µg/l	
Steinlach oh. Talheim	444	1,08	9	<1
Steinlach oh. KA	575	1,98	18	4
Steinlach uh. KA	892	5,96	273	223
Mühlbach, Seezufluss	989	7,23	343	290

Auch der Wechsel des Speisewassers vom Mühlbach zum Neckar würde keine P-Entfrachtung verursachen wie aus Tabelle 9 zu ersehen ist. Mühlbach und Neckar wurden während des Abklingens des erosiven Hochwasserabflusses vergleichend beprobt. Der Termin 04.02.2020 repräsentiert noch einen hohen Regenwettereinfluss, hingegen ist am 09.02.2020 der Trockenwetterabfluss dominant (Tabelle 9). Es kann davon ausgegangen werden, dass beide Flüsse (Mühlbach/Steinlach, Neckar) vergleichbare Belastungen bei Trocken- und Regenwetter verursachen.

Tabelle 9: Vergleich der Stoffgehalte nach dem großen Regenereignis vom 03.02.2020 von Mühlbach (M) und Neckar (N)

Termin	04.02.	06.02.	07.02.	09.02.
Lf in µS/cm				
M	520	620	632	633
N	417	592	645	700
CSB in mg/l				
M	106	25,9	6,6	6,1
N	157	30,3	12,1	8,2
NO ₃ -N in mg/l				
M	2,99	3,20	3,16	3,08
N	2,51	3,26	3,54	3,83
P _{ges} in µg/l				
M	190	100	81	85
N	528	138	96	76

Mühlbach: Zulauf Anlagensee

Neckar: Oberhalb Anlagensee, südlicher Zweig

Aufgrund des hohen Kläranlagenanteiles am Trockenwetterabfluss der Steinlach (z.B. Q_{KA}/MQ: 0,21, Tabelle 5) ist auch bei weiterer Senkung der P_{ges}-Konzentration im Kläranlagenablauf keine ausreichende P_{ges}-Konzentrationssenkung für den Anlagensee zu erreichen. Bild 11 zeigt die Senkung der P_{ges}-Konzentration des Kläranlagenablaufes in den letzten 20 Jahren. Bei einer

aktuellen Kläranlagenablaufkonzentration von 400 µg P_{ges}/l wurde im Mittel dieser Untersuchung eine Zulaufkonzentration in den Anlagensee bei Trockenwetter von 171 µg P_{ges}/l verursacht (Tabelle 12). Auch wenn die Kläranlagenablaufkonzentration auf ¼ gesenkt werden könnte wäre diese Senkung nicht ausreichend um im Anlagensee eine geringe Planktonkonzentration zu erzielen.

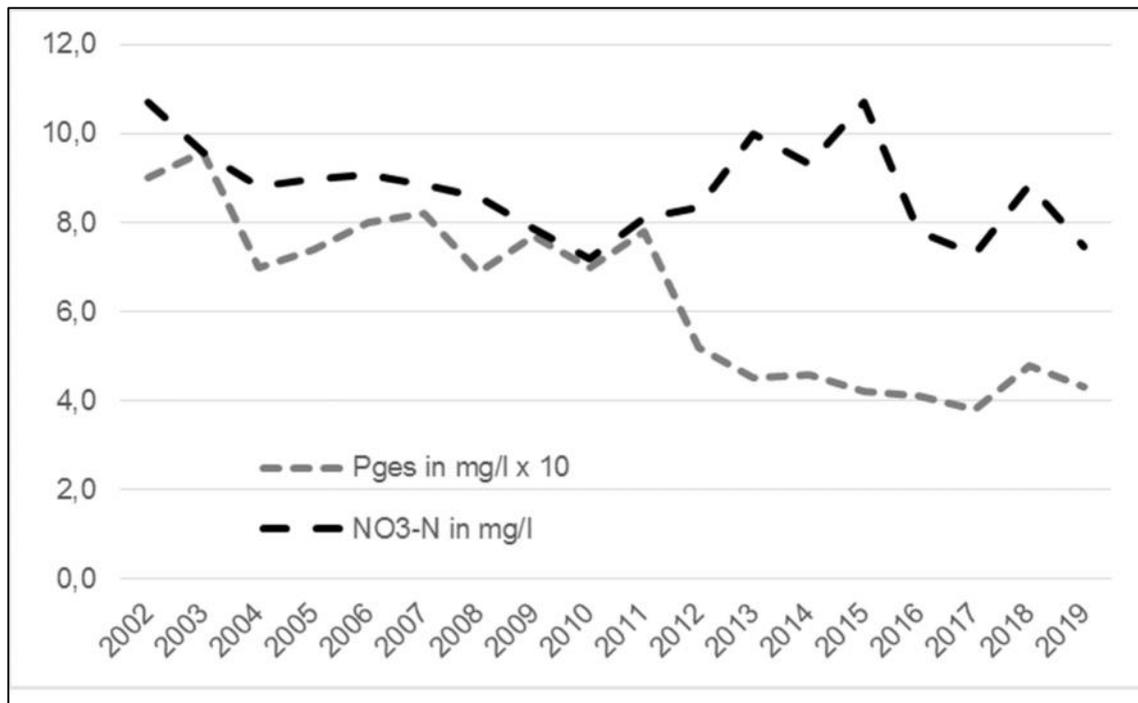


Bild 11: Zeitliche Änderung der Ablaufkonzentrationen der KA-Dusslingen, Daten nach [4]

Tabelle 10: Vergleich der Stoffgehalte des Anlagenseezuflusses bei Trockenwetter

Jahr	2000	2020
P _{ges} in µg/l	251	221
P _{gel} in µg/l	168	116
P _{part} in µg/l	56	60
NO ₃ -N in mg/l	4,44	4,00

Jahr 2000: Nach [1] Wurm (2000), n = 11

Jahr 2020: Diese Untersuchung 03/2019 – 02/2020, n = 39

Die bisherige Senkung der Kläranlagenablaufkonzentration von 2000 bis 2020, die ca. 400 µg P_{ges}/l betrug, führte zu einer P_{ges}-Senkung am Seezulauf von 50 µg P_{ges}/l (Tabelle 10).

Die Proportionen der Konzentrationssenkungen haben folgende Größenordnung:

	Kläranlage	Seezulauf
	µg P _{ges} /l	
2000	800	251
2020	400	221
Δ	400	50

5.3 Regenwetterabfluss

Es konnten zwei Regenereignisse beprobt werden (29.08.2019, N = 7,5 mm und 03.02.2020, N = 22,8 mm). Der Regenabfluss war an beiden Ereignissen erosiv. Die Bodenerosion im Einzugsgebiet verursachte sehr hohe Partikelkonzentrationen, die eine wesentliche Ursache der Sedimentbildung im See sind. Die gelbliche Trübe der Regenabflüsse ist optisch sehr auffällig (Bild 12, Bild 13). Im See war die Mineraltrübe noch nach einer Woche erkennbar. Nach dieser Zeit war der Mühlbach schon wieder klar.



Bild 12: Erosionsgeprägter Abfluss des Mühlbaches am Zulauf des Anlagensees zu Beginn (links) und nach Ende (rechts) des 23 mm großen Regenereignisses



Bild 13: Das große Niederschlagsereignis am 03.02.2020 (links) war 6 Tage später noch an der Mineraltrübe des Seewassers erkennbar

Die markante Änderung der Stoffkonzentrationen durch den Regenabfluss kann aus Bild 14 ersehen werden.

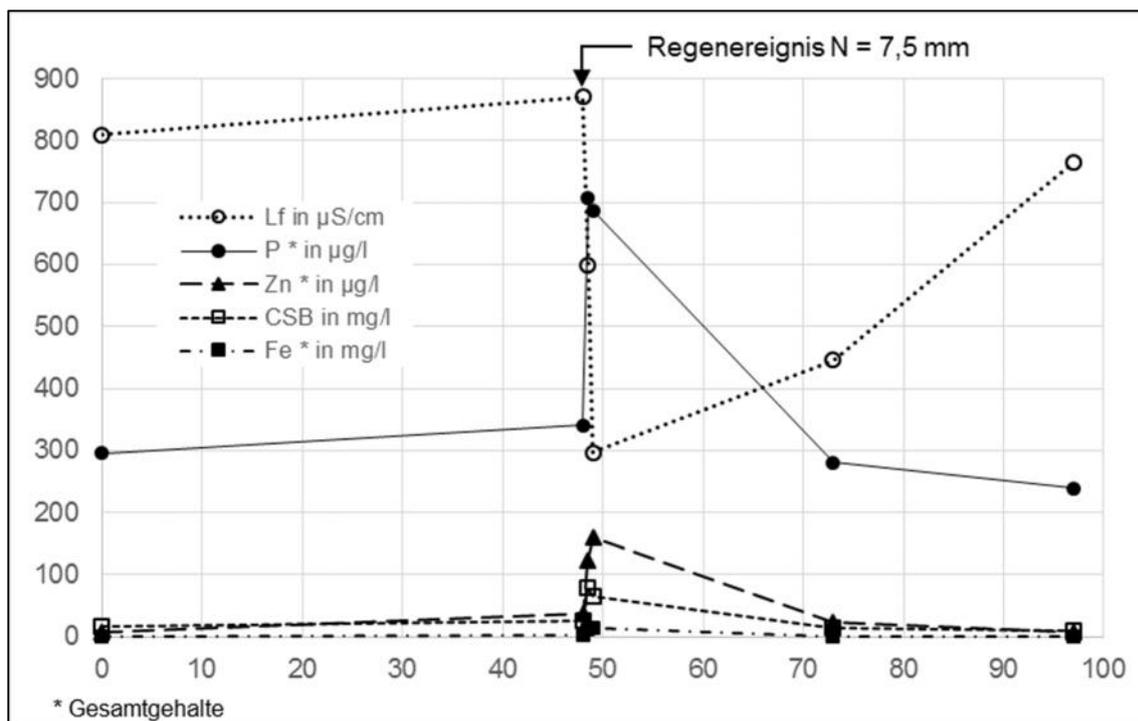


Bild 14: Regenwetterbedingte Änderung der Stoffgehalte des Seezuflusses

Aus dem Vergleich der beiden Regenereignisse kann geschlossen werden, dass ein positiver Zusammenhang zwischen Abflussvolumen und Abflusskonzentration besteht. Dieser Zusammenhang konnte auch für den Neckar gefunden werden. Der positive Zusammenhang zwischen Abflussvolumen und Abflusskonzentration bedeutet, dass eine qualitative Erfassung der Konzentrationen bzw. Frachten über die fließende Welle aus Aufwandsgründen nicht möglich ist. Aufgrund der Sedimentuntersuchung (Tabelle 1, Tabelle 3) kann aber abgeschätzt werden, dass der Feinpartikel- und P-Eintrag in den Anlagensee durch Regenwetterabflüsse für die Verlandung und Planktonproduktion eine maßgebliche Rolle einnimmt. Aus Tabelle 12 ist ersichtlich, dass der Schadstoffeintrag in den Anlagensee fast quantitativ durch den Regenwetterabfluss verursacht wird.

Tabelle 11: Stoffgehalte des Anlagenzulaufes bei Regenwetter

Datum		29.08.2019	03.02.2020
Niederschlag	in mm	7,5	22,8
Lf	in µS/cm	448	326
AFS	in mg/l	431	1.319
CSB	in mg/l	72,2	348
P _{ges}	µg/l	697	1.619
P _{gel}	µg/l	138	106
Fe _{ges}	mg/l	13,3	44,2
Zn _{ges}	µg/l	142	176

Tabelle 12: Vergleich der Stoffgehalte des Anlagenseezuflusses

	Trockenwetter	Regenwetter
Lf in $\mu\text{S/cm}$	733	387
AFS in mg/l	< 5	875
CSB _{ges} in mg/l	10,7	210
P _{ges} in $\mu\text{g/l}$	171	1.158
P _{gel} in $\mu\text{g/l}$	116	122
Fe _{ges} in mg/l	0,34	28,7
Zn _{ges} in $\mu\text{g/l}$	9,6	159

Trockenwetter: Mittelwert über alle Messungen

Regenwetter: Mittelwert vom 28.09.2019 und 03/2020

Tabelle 13: Vergleich von Trockenwetter- und Regenwetterzufluss in den Anlagensee – nach Wurm (2003) -

	Trockenwetter	Regenwetter
Datum	16.07.2003	01.07.2003
Lf in $\mu\text{S/cm}$	953	492
BSB ₅ in mg/l	1,2	11,5
NH ₄ -N in mg/l	0,06	0,42
NO ₃ -N in mg/l	5,75	1,52
P _{ges} in $\mu\text{g/l}$	564	562
P _{gel} in $\mu\text{g/l}$	500	194
SSI in %	168	56

Die Daten von Wurm (2003) lassen ebenfalls einen Vergleich der Konzentrationen zwischen Trocken- und Regenwetterzufluss in den Anlagensee zu (Tabelle 13). Diese bestätigen, dass der Regenabfluss zur Salzschtichtung des Seewassers bzw. zur grundnahen O₂-Depression führen kann. Die Entlastung der RÜBs im Einzugsgebiet des Mühlbaches ist auch an dem höheren Sauerstoffbedarf (BSB₅) und des NH₄-N erkennbar (Tabelle 13).

6 Stoffliche Wirkungen

6.1 Planktonproduktion

Die hohe P_{ges}-Konzentration im Zulauf des Anlagensees führt zu periodisch hoher Planktonproduktion. Erst bei einem 10-fach geringeren Wert wäre die Planktonproduktion im hohen Umfang durch P limitiert. Der Vergleich der Sichttiefenmessungen von 2000 und 2020 lässt vermuten (Tabelle 14), dass eine Abnahme der Planktonproduktion aufgrund der Abnahme des P_{ges}-Gehaltes stattgefunden hat. Im Unterschied zu tieferen Stadtseen, wie dem Berliner Schlachtensee, findet im Anlagensee schon ab 200 $\mu\text{g P}_{\text{ges}}/\text{l}$ eine Produktionssenkung statt, die am Schlachtensee erst ab kleiner 100 $\mu\text{g P}_{\text{ges}}/\text{l}$ auftritt.

Tabelle 14: Jahrgang der Wassertransparenz des Anlagensees
- Sichttiefe in m -

Quartal	1	2	3	4	Ø
2000	0,87	0,70	0,58	0,70	0,71
2020	0,88	0,69	0,69	1,40	0,91

2000: Nach Wurm 2001 [1]

Die Sichttiefen der Tabelle 14 zeigen an, dass außerhalb der Vegetationsperiode eine geringere Planktonproduktion stattfindet. Die Wassertransparenz im Anlagensee kann sich in kurzer Zeit stark ändern. So konnte am 19.03.2020 noch eine hohe Wassertransparenz beobachtet werden (Grundsicht). Diese führte zur Entwicklung und Aufschwimmen von Bodenalgen (Krötenhäute, Bild 15). Knapp zwei Wochen später war eine hohe Planktontrübe zu beobachten (Bild 16). Die extremen Schwankungen des Gütezustandes kann als ein wesentliches Charakteristikum hoch eutropher Stadtseen angesehen werden.



Bild 15: Am Seegrund wachsende, im Frühjahr bei noch hoher Wassertransparenz zur Schwimmdecke aufgetriebene Algenfladen (Krötenhäute)

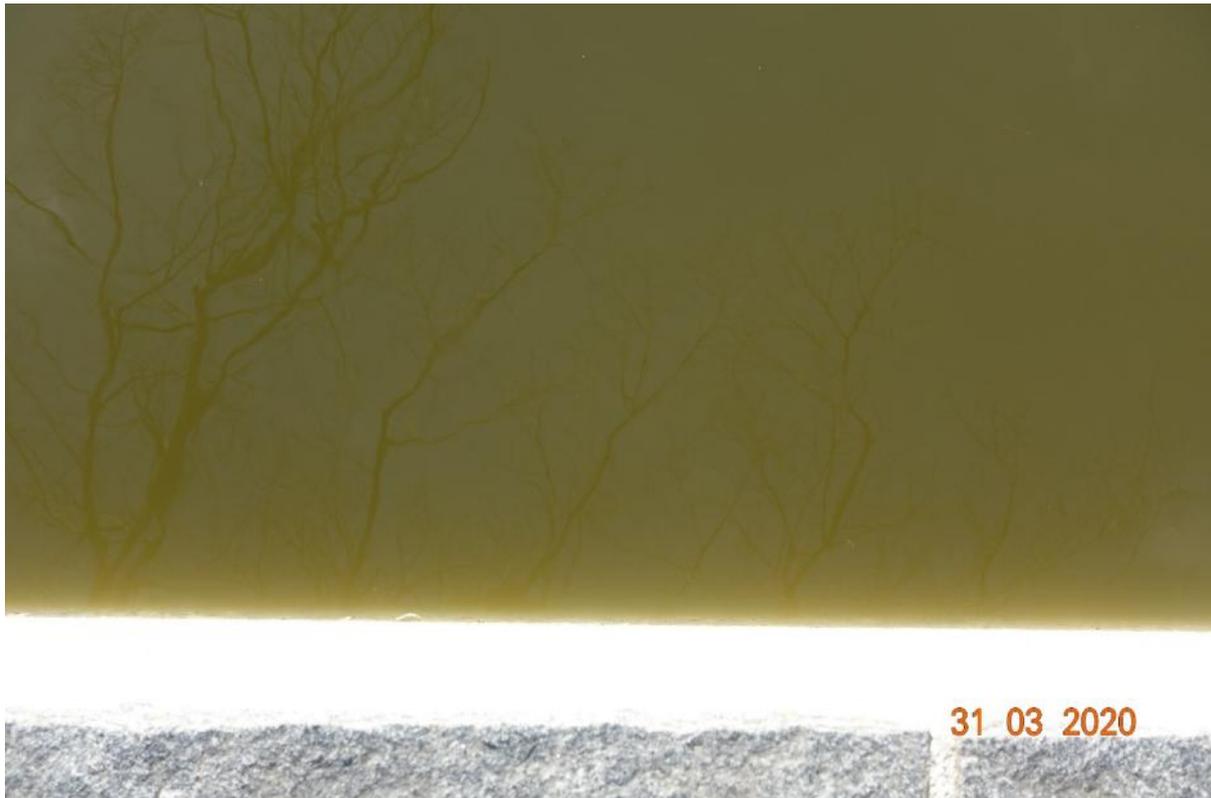


Bild 16: Blick von der Mauer am Seeablauf auf das trübe Seewasser (Sichttiefe 0,60 m)

Anhand der Änderung der P-Gehalte kann der Umfang der Planktonproduktion abgeschätzt werden. Im Jahresmittel nimmt P_{ges} vom Zu- zum Ablauf um $34 \mu\text{g/l}$ ab (Tabelle 15). Dies zeigt, dass im Anlagensee mehr P sedimentiert als durch Rücklösung aus dem Sediment wieder ins Seewasser gelangt. Die Abnahme des gelösten P im Seeablauf im Vergleich zum Zulauf zeigt den Umfang an Planktonproduktion an. Diese ist im Sommerhalbjahr um Faktor 8,5 höher als im Winterhalbjahr (Tabelle 15). Aber auch während der sehr hohen sommerlichen Planktonproduktion ist noch $36 \mu\text{g/l}$ gelöster, ungenutzter Phosphor vorhanden. Dieser nicht in Plankton umgesetzte Phosphor zeigt die hohe P-Belastung des Anlagensees an.

Tabelle 15: Phosphorgehalte des Anlagensees in $\mu\text{g/l}$

	Winter			Sommer			Jahresdurchschnitt		
	Zu	Ab	Δ	Zu	Ab	Δ	Zu	Ab	Δ
P_{ges}	122	118	- 4	221	157	-64	171	137	-34
P_{gel}	86	73	- 13	146	36	-110	116	54	-85
P_{part}	36	45	+ 9	75	121	+46	55	83	+28

Winter: Quartal 04/2019 und 01/2020

Sommer: Quartal 03/2019 und 02/2020

Vor 20 Jahren betrug der ungenutzte, gelöste Phosphor noch 65 µg/l, er war noch Faktor 1,9 höher als aktuell (Tabelle 16). Obwohl im Jahr 2020 die Planktonproduktion geringer als im Jahr 2000 war (Sommer 2020: Δ 110 µg P_{gel}/l; Sommer 2000: Δ 133 µg P_{gel}/l) nahm die P-Bindung des Anlagensees um Faktor 4,3 zu (Tabelle 17). Dies zeigt, dass die Abnahme der P-Zulaufbelastung die Fähigkeit des Sees fördert P im Sediment zu binden. Die geplante P-Zulaufentlastung durch FeCl₃-Dosierung fördert, neben dem direkten Effekt der Entfernung von gelöstem und partikulärem P aus dem Seewasser, die P-Bindung des Anlagensees.

Tabelle 16: Phosphorgehalte des Anlagensees in µg/l
- nach Wurm (2001) [1] -

	Winter			Sommer		
	Zu	Ab	Δ	Zu	Ab	Δ
P _{ges}	201	190	- 11	251	236	- 15
P _{gel}	132	106	- 26	198	65	- 133
P _{part}	69	84	+ 15	53	171	+ 118

Winter: 01/00 + 04/00

Sommer: 02/00 + 03/00

Tabelle 17: Vergleich der Änderungen der Phosphorfraktionen von
Zulauf und Ablauf des Anlagensees in µg/l

	Winter	Sommer
	Δ Zu – Ab	
Jahr 2000 nach Wurm (2001) [1]		
P _{ges}	- 11	- 15
P _{gel}	- 26	- 133
P _{Part}	+ 15	+ 118
Jahr 2020 nach dieser Untersuchung		
P _{ges}	- 4	- 64
P _{gel}	- 13	- 110
P _{Part}	+ 9	+ 46

Winter: Quartale 04, 01

Sommer: Quartale 02, 03

6.2 Aufenthaltszeit

Die Aufenthaltszeit des Wassers im See ist ein wesentlicher Güteparameter. Dieser Parameter kann selbst bei Fließgewässern relevant sein, wie am Beispiel der Wuttach zu sehen ist (Bild 17).



Bild 17: Die beiden Fließgewässerabschnitte (links hohe, rechts geringe Durchströmung) zeigen, dass die Wassergüte durch diese bestimmt wird

Als Maß für die Planktonproduktion kann die Abnahme des gelösten P im See verwendet werden. Durch die geringe Aufenthaltszeit bzw. den hohen Planktonexport können zwei Effekte beobachtet werden:

- a) Zwischen dem Sommer- und Winterhalbjahr besteht ein großer Unterschied im Verbrauch von gelöstem P (Tabelle 18). Im Sommer wurde 8,5-mal mehr gelöster P verbraucht.

- b) Selbst im Sommer kann nicht der gesamte P in Planktonmasse umgesetzt werden, da hierfür die Aufenthaltszeit nicht groß genug ist.

Tabelle 18: Phosphorgehalte des Anlagensees bei Trockenwetter in µg/l

	Winter ¹			Sommer ²		
	Zu	Ab	Δ	Zu	Ab	Δ
P _{ges}	122	118	- 4	221	157	- 64
P _{gel}	86	73	- 13	146	36	- 110
P _{part}	36	45	+ 9	75	121	+ 46

1 Quartal 04/19 und 01/20, n = 16

2 Quartal 03/19 und 02/20, n = 19

Während des Versickerungsversuches im Herbst 2019 wurden der Zufluss und damit auch der Abfluss unterbunden. Trotz der schon kühleren Temperaturen konnte während des Zeitraumes eines Monats ein Verbrauch von 167 µg/l gelösten P beobachtet werden. Die vorgenommenen Untersuchungen bestätigen den hohen Einfluss der Wasseraufenthaltszeit auf die Planktonproduktion. Aber auch der Nitratstickstoffgehalt im Seewasser ist stark von der Aufenthaltszeit abhängig wie aus Tabelle 19 ersehen werden kann.

Tabelle 19: Stoffgehalte des Anlagensees während der zuflussfreien Zeit im Herbst 2019

Datum	zulaufnah	zulauffern
Lf in µS/cm		
12.10.	657	657
05.11.	638	638
k _{S4.3} in mmol/l		
12.10.	3,56	3,66
05.11.	3,04	3,36
CSB in mg/l		
12.10.	11,3	12,3
05.11.	11,6	13,5
NO ₃ -N in mg/l		
12.10.	2,40	2,35
05.11.	0,64	0,68
P _{ges} in µg/l		
12.10.	229	212
05.11.	111	99
P _{gel} in µg/l		
12.10.	192	175
05.11.	39	35

Die Zunahme der Aufenthaltszeit des Seewassers erhöht die Planktonkonzentration im Seewasser. Diese Wirkung kann auch an der Abstellung des Zuflusses (Versickerungsversuch) im Oktober 2019 ersehen werden. Obwohl der Versuch außerhalb der Vegetationsperiode stattfand, konnte eine höhere P_{gel} -Abnahme als während der Vegetationsperiode festgestellt werden (Tabelle 20). Die geringe Zunahme an P_{part} ist durch die höhere Sedimentation des Planktons bei fehlendem Seeablauf verursacht. Die angeführten Untersuchungen bestätigen, dass der Seezufluss 20 l/s betragen sollte, um die Planktonkonzentration gering zu halten.

Tabelle 20: Vergleich der P-Änderung im Anlagensee

	Winter	Sommer	Oktober 2019
ΔP_{gel} in $\mu\text{g/l}$	-13	-110	-146
ΔP_{part} in $\mu\text{g/l}$	+9	+46	+31

Winter: Quartal 04/2019 und 01/2020

Sommer: Quartal 03/2019 und 02/2020

Oktober 2019: Vom 12.10. – 05.11. kein oberirdischer Zu- und Abfluss

6.3 Schichtung

Flachseen, wie der Anlagensee, unterliegen temperaturbedingt nur für kurze Zeit bei Windflaute einer vertikalen Schichtung. Der Wind kann auch während der Vegetationszeit den See bis mindestens 3 m voll durchmischen. Auch wenn eine sehr hohe Sedimentation an Plankton stattfindet, kommt es nicht zur Sauerstoffdepression am Seegrund. Diese kann kurzzeitig dann auftreten, wenn das Plankton in kurzer Zeit abstirbt. Im Juli 2000 konnte Wurm [1] eine sehr starke Schichtung am Anlagensee messen (Tabelle 21). Auffällig waren der sehr geringe O_2 -Gehalt und der sehr hohe gelöste P-Gehalt. Im Juli kann sicher eine durch Wintersalz verursachte Schichtung ausgeschlossen werden.

Tabelle 21: Seewasserschichtung 06.07.2000, 14:00 Uhr, nach Wurm 2001 [1]

	Oberfläche	Seegrund
T_{W} in $^{\circ}\text{C}$	23,4	17,1
O_2 in mg/l	22,7	1,6
P_{ges} in $\mu\text{g/l}$	230	294
P_{gel} in $\mu\text{g/l}$	7	183
$\text{NO}_3\text{-N}$ in mg/l	5,54	4,65

Tabelle 22: Na-Gehalte des Seezulaufes während des Winterhalbjahres 2019/2020

	Wetter	mg Na/l
26.10.2019	TW	40,9
05.11.2019	TW	42,3
16.11.2019	TW	31,4
06.12.2019	TW	45,2
10.01.2020	TW	46,1
01.02.2020	TW	54,8
03.02.2020	RW	10,1
04.02.2020	RW	13,5
06.02.2020	RW	20,6
07.02.2020	RW	19,7
09.02.2020	RW	18,9
21.02.2020	TW	19,2
24.02.2020	TW	17,9
29.02.2020	TW	23,2
05.03.2020	TW	22,0
14.03.2020	TW	20,9
26.03.2020	TW	29,7

Während des Winterhalbjahres 2019/2020 konnten wir keinen Eintrag von Tausalz in den Anlagensee beobachten (Tabelle 22). Die Ursache für die untypische Schichtung des Anlagensees dürfte im Salzgehaltsunterschied zwischen Trocken- und Regenwetterabfluss liegen. So konnte eine markante Salzgehaltsdifferenz zwischen Trockenwetter (Lf: 733 $\mu\text{S}/\text{cm}$) und Regenwetter (Lf: 387 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ermittelt werden. Nach dem großen Regenabfluss vom 29.08.2019 konnte zwischen dem ablaufseitigem Seewasser und dem Seeablaufwasser ein deutlicher Unterschied in der Planktontrübung festgestellt werden. Dieser ist auf Bild 18 beim Vergleich der Standzylinder mittig mit rechts zu erkennen. Mit zeitlichem Abstand zum Regenwetterzufluss nahm die Trübe (Vergleich 01.09./07.09.) zu.



	Zulauf	Seewasser	Ablauf
Lf in $\mu\text{S}/\text{cm}$			
1	766	507	576
2	970	676	770
CSB in mg/l			
1	10,8	35,4	20,1
2	11,6	51,2	19,4

Bild 18: Minderung des Planktonaustrages durch Seewasserschichtung



Seewasser

Seeablaufwasser

Bild 19: Der schichtungsbedingte geringere Planktonaustrag zeigt sich, neben der höheren Wassertrübe, an den Sauerstoffblasen (hohe Übersättigung)

Dass die Trübe planktonbürtig ist, kann an den Sauerstoffblasen an der Wandung des Glasklar-Standardzylinders ersehen werden (Bild 19, linker Standardzylinder). Um den Umfang der Schichtung erfassen zu können wurde über einen gesamten Jahreszyklus (Quartal 03/19, 04/19, 01/20, 02/20) das ablaufseitige Seewasser und der Seeablauf über das Wehr getrennt beprobt (Tabelle 23). Im Winterhalbjahr ist die salzbedingte Schichtung unbedeutend. Im Sommerhalbjahr können hingegen markante Schichtungen auftreten (Tabelle 23). Durch die vorgeschlagene zukünftige Begrenzung des Seezulaufes (weitgehender Ausschluss des Regenabflusses) können die sommerlichen Schichtungen vermutlich weitgehend beseitigt werden.

Tabelle 23: Vergleich der Stoffgehalte von Seewasser und Seewasserablauf

Quartal	03/19		04/19		01/20		02/20	
	S	A	S	A	S	A	S	A
Probenanzahl	11		3		15		5	
Lf in $\mu\text{S}/\text{cm}$	628	699	740	743	622	625	591	611
CSB in mg/l	30,8	17,8	11,1	11,7	15,3	17,3	21,5	18,4
P_{ges} in $\mu\text{g}/\text{l}$	216	185	135	152	119	124	130	190
P_{gel} in $\mu\text{g}/\text{l}$	43,3	88,4	88,0	89,0	67,9	67,5	26,2	122

S: Seewasser, ablaufseitig, A: Seeablauf über Wehr

Bei sommerlicher Schichtung kann es zur starken nächtlichen O₂-Depression am Seegrund kommen. Um diesen Effekt zu überprüfen wurde am 22.08.2019 um 8:00 und 16:00 Uhr eine Profilmessung in Seemitte vorgenommen. An diesem Tag konnte keine relevante Salzsichtung festgestellt werden (Tabelle 24). Die systematische Profilmessung vom 01.10.2019 bis 06.09.2020 (Anhang 10.4) zeigte, dass schon eine geringe Salzsichtung starke O₂-Depressionen am Seegrund bewirken kann (Tabelle 25).

Tabelle 24: Profilgehalte des Anlagensees, 22.08.2019

Tiefe in m	T _w in °C		Lf in µS/cm		O ₂ in mg/l		SSI in %	
	8:00 Uhr	16:00 Uhr	8:00 Uhr	16:00 Uhr	8:00 Uhr	16:00 Uhr	8:00 Uhr	16:00 Uhr
0,0	19,0	24,2	568	557	5,95	6,68	66,4	82,1
0,5	19,3	23,3	565	557	5,89	6,61	65,8	79,8
1,0	19,3	22,1	564	555	5,83	6,44	65,3	75,2
1,5	19,4	21,0	563	558	5,79	6,38	66,8	73,6
2,0	19,2	20,2	574	572	5,83	4,51	65,1	51,0

Messungen in Seemitte

Tabelle 25: Profilgehalte des Anlagensees bei geringer und hoher Wassertemperatur, 06.02.2020, 9:55 Uhr und 06.09.2020, 13:30 Uhr

Tiefe in m	T _w in °C	Lf in µS/cm	O ₂ in mg/l	SSI in %
0,0	5,7	621	9,66	80,8
0,5	5,6	624	9,61	80,2
1,0	5,5	624	9,63	80,4
1,5	5,4	625	9,71	80,8
2,0	5,4	626	9,39	78,1
0,0	20,6	625	11,5	133
0,5	20,3	630	10,2	117
1,0	20,0	647	6,87	78,8
1,5	19,2	647	2,35	26,1
2,0	18,7	633	0,77	8,5

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Aus Bild 20 ist ersichtlich, dass die hohen sommerlichen Wassertemperaturen am Seegrund bzw. im Seesediment zu einer anhaltenden O₂-Depression im Seegrund führen können (Bild 20).

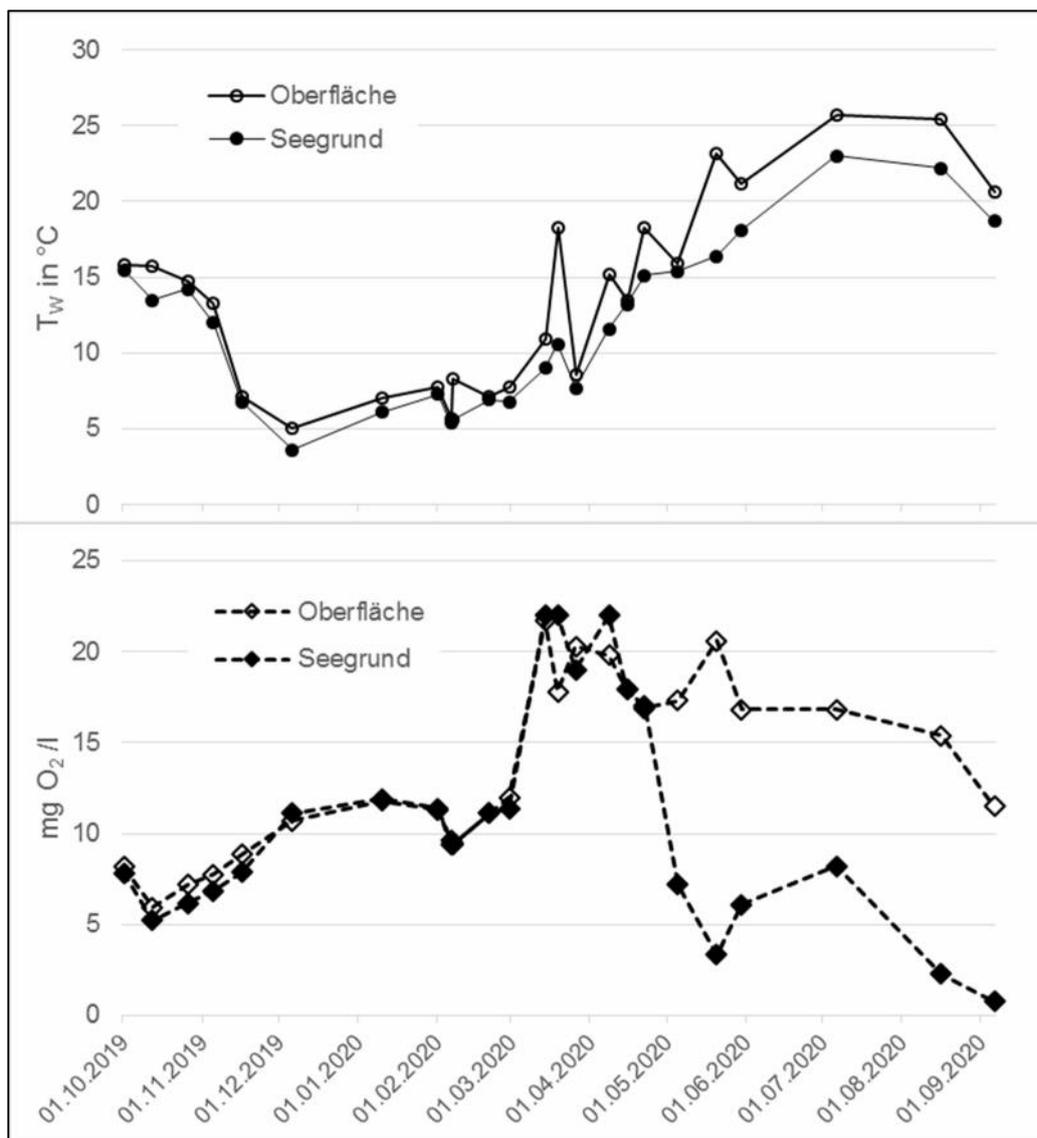


Bild 20: Ganglinie von Temperatur und Sauerstoff des Seewassers, Messung 2 m von Mauer am Ablauf entfernt

Die regenabflussbürtige Salzschiebung und die dadurch verursachte O₂-Depression am Gewässergrund konnte auch Wurm (2020, Tabelle 26) messen.

Tabelle 26: Salzgehalt und Sauerstoff über Grund in Seemitte, nach Wurm (2020)

Datum	Lf	O ₂	SSI
	in µS/cm	in mg/l	in %
14.08.2019	530	8,1	91
01.07.2019	630	3,0	36
17.09.2019	805	1,6	17

6.4 Nitratverbrauch

Die für ein Seesediment extrem geringen organischen Gehalte im Anlagensee von 9,9 % GV dürfte, neben dem hohen Eintrag von Mineralboden, auf eine hohe Mineralisierung des Sedimentes zurückzuführen sein. Als mögliche Ursache für den hohen Mineralisationsgrad des Sedimentes kann die hohe Zufuhr an Nitratstickstoff angeführt werden.

In Tabelle 27 sind die Stoffgehalte des Seewassers ohne und mit vorangegangener Winterung (Trockenfallen des Sedimentes) angeführt. Nach der Winterung war der Nitratgehalt deutlich geringer als ohne Winterung.

Dieser Befund spricht für einen deutlich höheren Nitratverbrauch nach dem Trockenfallen des Seesedimentes. Diese Zunahme des Nitratverbrauches ist vermutlich auf die bessere Wasserwegigkeit des Sedimentes nach dem Trockenfallen zu erklären. Die Zunahme des Nitratverbrauches durch das Trockenfallen erhöht zwar nochmals die ohnehin schon hohe Sedimentmineralisierung. Der Einfluss der Winterung auf die Seegüte kann durch den Vergleich in Tabelle 27 nicht belegt werden. Der Chla-Gehalt, der als Maß für die Produktion von Phytoplankton dient, ist nach dem Trockenfallen nur geringfügig kleiner (Tabelle 27).

Verwendet man als Gütemaßstab den $\text{NO}_3\text{-N}$ -Verbrauch, zeigt sich durch die Winterung ein deutlich geringerer $\text{NO}_3\text{-N}$ -Verbrauch in der 1. Vegetationsperiode nach der Winterung. Dieser geringe Verbrauch konnte allerdings in der 2. Vegetationsperiode nicht mehr festgestellt werden (Tabelle 28). Aufgrund dieser Ergebnisse wird die Winterung zukünftig nicht empfohlen.

Tabelle 27: Vergleich der stofflichen Parameter während der Vegetationsperiode ohne und vorausgegangener Winterung - nach Wurm (2001) [1], Wurm (2003) [2] -

Jahr	ohne 2000	mit 2003
Anzahl Proben	7	9
T_W in °C	20,0	22,2
P_{ges} in $\mu\text{g/l}$	235	257
P_{gel} in $\mu\text{g/l}$	65	116
P_{part} in $\mu\text{g/l}$	170	141
ST in m	0,65	1,26
Chla in $\mu\text{g/l}$	89,6	74,7
$\text{NO}_3\text{-N}$ in mg/l	4,06	1,33

Tabelle 28: Nitratverbrauch des Anlagensees in Abhängigkeit der Winterung 2018/2019

	Vegetationsperiode	
	2019	2020
	NO ₃ -N in mg/l	
Seezulauf	3,90	4,65
Seeablauf	3,64	1,25
Differenz	0,26	3,40

2019: Nach Wurm (2020)

2020: Diese Untersuchung

Der Zufuhr von Nitrat in den Anlagensee kann eine große Bedeutung zur Senkung des Sauerstoffbedarfes des Seesedimentes beigemessen werden. Aus Tabelle 29 ist zu ersehen, dass der Nitratverbrauch einen ausgeprägten Jahrgang aufweist. Während der Vegetationszeit, wo ein hoher O₂-Bedarf am Seegrund vorhanden ist, findet auch der größte Nitratverbrauch statt.

Tabelle 29: Nitratverbrauch des Anlagensees

Quartal	Anzahl	NO ₃ -N in mg/l		
		Zu	Ab	Δ
03/2019	16	4,32	2,29	2,03
04/2019	3	4,11	2,74	1,37
01/2020	14	3,14	2,50	0,64
02/2020	6	4,42	1,42	3,00
Σ	39	Ø 4,00	2,24	1,76

7 Maßnahmenvorschläge

7.1 Sedimenträumung

Die Sedimenträumung kann aufgrund des festen Seeuntergrundes (Neckarschotter) mit einem Bagger und LKW vorgenommen werden. Der feste Seeuntergrund konnte bei der Peilung im Rahmen des Sediment- und Wasserkatasters festgestellt werden. Es wird vorgeschlagen das Sediment auf einer Zwischenmiete (Bild 21) zu lagern, bis die MKW- und PAK₁₆-Gehalte soweit reduziert sind, dass eine Verwertung z.B. als Oberboden möglich ist. Beispielhaft sind in Tabelle 30 Abbauraten eines Versuches mit Sedimenten von hochbelasteten Autobahnparkplatzabflüssen angeführt.



Bild 21: Seesediment nach Trocknung im Beet

Tabelle 30: Aire de Berchem, Reinigung der Parkplatzabflüsse, Abbauversuche mit Sedimenten der 1. Stufe. Probenahme aus den Hauptbecken, 28.12.2017, nach [5]

Zeit in Monaten		0	11	23
GV in %	Shell	32,9	31,9	30,2
	Aral	22,5	21,1	19,6
MKW in g/kg	Shell	22,7	14,0	8,5
	Aral	9,1	4,3	2,4
PAK ₁₆ in mg/kg	Shell	30,6	12,8	8,5
	Aral	16,8	11,0	8,1

Zeit in Monaten: 0 $\hat{=}$ 25.03.2018
 11 $\hat{=}$ 13.02.2019
 23 $\hat{=}$ 31.01.2020

7.2 Anlage eines Seetrichters

Es wird vorgeschlagen im Nahbereich des Seeablaufes einen Trichter (L x B x H = 20 x 20 x 2 m) zu errichten. Dieser Trichter hat die Aufgabe, das neu entstehende Sediment möglichst auf den Trichter zu konzentrieren. Durch die Sedimentkonzentrierung soll bewirkt werden, dass durch die zukünftig hohe Transparenz des Seewassers die Ansiedlung von Wasserpflanzen nicht zur Massenentwicklung führt.

7.3 Zuflussregulierung

Es wird vorgeschlagen zukünftig den Seezufluss auf 20 l/s zu begrenzen. Wie die bisherigen Versuche zeigen, ist dies über eine Einstellung der beiden Wehre (Zufluss See, Überlauf Neckar) möglich. Durch diese Zuflussmenge sind die Nitratzufuhr und der Planktonexport ausreichend hoch. Andererseits ist der Verbrauch an Fällmittel noch hinreichend gering. Die Zuflussbegrenzung soll die sommerliche Salzschiebung bzw. die Sauerstoffdepression am Seegrund unterbinden. Der Regenwetterzufluss kann durch eine Wehrsteuerung fast vollständig unterbunden werden.

7.4 FeCl₃-Dosierung

Die FeCl₃-Dosierung am Zulauf des Anlagensees dient der durchgreifenden Senkung des P-Gehaltes im See bzw. der starken Senkung der Planktonproduktion. Durch diese Maßnahme ist damit zu rechnen, dass im bisher unterwasserpflanzenfreien Anlagensee sich zukünftig Wasserpflanzen ansiedeln. Damit sessile Bodenalgae und untergetauchte Wasserpflanzen bei hoher Transparenz des Seewassers nicht zur Massenentwicklung kommen, sollte die Sedimentbildung möglichst auf den Seetrichter konzentriert werden. Die FeCl₃-Dosierung sollte vorerst nur probeweise erfolgen. Für diesen Probetrieb muss das Altsediment noch nicht entfernt sein.

In Tabelle 25 ist eine Kalkulation über den Fällmittelverbrauch und in Bild 22 der 1 m³-Vorratsbehälter angeführt.

Das Sedimentvolumen durch die Fällflocke ist deutlich geringer als der bisherige Eintrag von erodiertem Ackerboden und sedimentiertem Plankton. Das sich neu bildende Sediment kann, wie bisherige Beispiele zeigen, später landwirtschaftlich verwertet werden. Durch den weitgehenden Ausschluss an Regenabfluss ist das neue Seesediment deutlich schadstoffärmer als das alte.

Tabelle 31: Berechnung der Dosiermenge an FeCl_3 -Lösung

Dosierverhältnis: FeCl_3 /Zulaufwasser
<ul style="list-style-type: none">• 0,10 mg P/l• β-Wert: 4• Elementverhältnis: $\text{Fe}/\text{P} = 1,80$
→ $0,10 \times 4 \times 1,8 = \mathbf{0,72 \text{ mg Fe/l Zulaufwasser}}$
<ul style="list-style-type: none">• 193 g Fe/l FeCl_3-Lösung
→ $0,72 / 193.000 = 0,0000037$
3,7 ml FeCl_3-Lösung/m³ Zulaufwasser
Jahresverbrauch an FeCl_3 -Lösung
$3,7 \text{ ml } \text{FeCl}_3\text{-Lösung} \times 630.720 \text{ m}^3/\text{a}$
= 2,33 m³ FeCl_3-Lösung/a

Bild 22: Der 1 m³ große Fällmittelbehälter müsste nach bisherigem Kenntnisstand 2,5-mal pro Jahr befüllt werden.

8 Schlussfolgerungen

- Die hohe P_{ges} -Zulaufkonzentration und die Aufenthaltszeit des Seewassers bestimmen maßgeblich die Seegüte. Die diffusen P-Einträge durch atmosphärische Deposition, Vegetationsreste und Wasservogelkot sind hingegen sekundär. Durch die FeCl_3 -Zugabe kann die P_{ges} bzw. Planktonkonzentration in hohem Umfang reduziert werden. Durch ein enges Band an einstellbarer Zulaufmenge (15 – 25 l/s) kann eine optimale Aufenthaltszeit erzielt werden, die die hinreichende Nitratzufuhr ermöglicht und die Ausbildung sommerlicher Salzschiebung weitgehend unterbindet. Eine Zulaufwehrsteuerung kann den schadstoff- und partikelbelasteten Regenabfluss fast quantitativ vom Anlagensee fernhalten.
- Der hinreichende Eintrag an $\text{NO}_3\text{-N}$, das Ausbleiben einer sommerlichen Salzschiebung unterbindet die O_2 -Depression am Seegrund. Das sich neu bildende Sediment ist gegenüber dem Altsediment fast vollständig schadstofffrei. Die Sedimentationsrate unter den neuen Bedingungen (FeCl_3 -Zugabe, Ausschluss des Regenwetterabflusses) ist deutlich geringer als unter den bisherigen (hoher P_{ges} -Gehalt, Zufluss von Regenwetterabfluss).
- Durch die Senkung des trophischen Niveaus des Anlagensees (FeCl_3 -Zugabe) nimmt die Transparenz des Wassers stark zu, wodurch eine Besiedlung untergetauchter Wasserpflanzen möglich wird. Ohne die Räumung des Altsedimentes kann es zur massenhaften Ansiedlung von Wasserpflanzen kommen (Nährstoffpool Sediment). Durch die Anlage von Zwischenmieten können die MKW- und PAK_{16} -Gehalte des Sedimentes soweit gesenkt werden, dass eine bodenähnliche Verwertung möglich wird. Das neue Seesediment ist deutlich schadstoffärmer, eine spätere direkte Verwertung als Algenkalk ist ohne Zwischenmiete möglich.

9 Zusammenfassung

Aufgrund der Untersuchungen von Wurm (2001), Wurm (2003), Wurm (2020) und den Untersuchungen dieses Berichtes (06/2019 – 09/2020) lassen sich folgende Gütedefizite und Maßnahmen zu deren Behebung anführen:

- Durch den hohen Phosphorgehalt des Anlagenseezuflusses entsteht eine sehr hohe Planktontrübe im Seewasser. Diese verhindert die Ansiedlung von untergetauchten Wasserpflanzen. Der hohe P-Gehalt des Seewassers kann durch Eisensalzdosierung in den Seezulauf so stark gesenkt werden, dass die Transparenz des Seewassers so stark zunimmt, dass die Ansiedlung von untergetauchten Wasserpflanzen ermöglicht wird. Damit eine Massenvermehrung von Wasserpflanzen unterbunden wird, muss der Nährstoffpool des Seesedimentes entfernt werden.

- Der regenwetterbürtige Seezufluss führt zum Eintrag von erodiertem Boden (hohe Sedimentbildung) und zur vertikalen Salzsichtung des Seewassers. Die regenwasserbürtige Salzsichtung verhindert, dass der Wind die gesamte Wassersäule bis zum Seegrund durchmischen und belüften kann. Trotz der geringen Seetiefe kommt es hierdurch über dem Seegrund zu länger anhaltender Sauerstoffdepression. Durch die Regulierung des Seezuflusses kann der Regenwasserzufluss ausgeschlossen werden. Hierdurch kann der Wind die Belüftung bis zum Seegrund bewirken.
- Bei längeren Trockenperioden fällt bisher die Seezuflussmenge deutlich unter 20 l/s ab. Dies führt insbesondere bei der bisher hohen Sedimentbildung zu einem vollständigen Verbrauch des über den Seezufluss eingetragenen Nitratstickstoffes. In dessen Folge kann der O₂- Gehalt über dem Seegrund auch ohne regenwetterbürtige Salzsichtung auf Null absinken. Durch die zukünftige Regulierung der Seezulaufmenge kann ein höherer Nitratimport in den See und damit die vollständige Aufzehrung des Nitrates im Seewasser unterbunden werden.
- Der hohe Sauerstoffbedarf und hohe Nährstoffpool des Seesedimentes bewirkt Sauerstoffdepressionen und potenzielle Massenentwicklungen von Wasserpflanzen. Durch die Entnahme des Sedimentes können vollständige Aerobie und Besiedlungsvielfalt vorerst sichergestellt werden. Die Ausbildung eines Seetrichters in Nähe des Seeablaufes kann die flächenhafte Sedimentneubildung und den Aufwand für eine zukünftige Sedimententnahme stark reduzieren.

Folgende Anmerkungen zu den Maßnahmen sollen ergänzend angeführt werden:

- Die Anlage eines Vorbeckens zur Sedimentation von erodiertem Boden ist nicht wirksam genug. Die Untersuchung des Seesedimentes zeigt, dass für eine effektive Vorsedimentation sehr große Volumen benötigt werden, die am Zulauf des Anlagensees nicht zur Verfügung stehen.
- Die Anlage eines Schilfpolders, wie am Dümmersee geplant, bewirkt nur die Reduzierung des partikulären Phosphors. Im Falle des Anlagensees muss auch in hohem Umfang der gelöste Phosphor reduziert werden.
- Die Ausbildung von Röhrichtzonen im See, wo ein Nährstoffentzug über die herbstliche Ernte des oberirdischen Schilfes erfolgt, hat nur bei nährstoffarmen Seen einen entfrachtenden Effekt.
- Die geplante Verkleinerung bzw. Verschmälerung des Sees hat keine negativen Güteeffekte. Die Seeverschmälerung hat eher nährstoffentfrachtende Wirkung, da eine länglichere Seeform den Stoffaustrag fördert.

- Das Trockenfallen des Anlagensees in den Wintern 2002/2003 und 2008/2009 (Winterung) erhöhte den grundnahen Sauerstoff über die darauf folgende Vegetationsperiode. Im zweiten Vegetationsjahr trat diese aerobe Wirkung nicht mehr auf. Aufgrund der kurzen Wirkungszeit soll auf die Winterung zukünftig verzichtet werden.

10 Quellenangaben

- [1] Wurm, K. (2001): Untersuchungsbericht Anlagensee. Auftraggeber Stadt Tübingen
- [2] Wurm, K. (2003): Untersuchungsbericht Anlagensee. Auftraggeber Stadt Tübingen
- [3] Schwientek, M. (2020): Schriftliche Mitteilung (email 30.06.2020) zur PAK₁₆-Untersuchung eines gefrorenen Bohrkerns des Sedimentes des Anlagensees von 2020
- [4] Betriebstagebuch, Kläranlage Dusslingen, 2002 – 2019
- [5] Lambert, B. (2020): Abbauversuche mit Sedimenten von Autobahnparkplatzabflüssen in Luxemburg. Zwischenbericht an Ponts et Chaussées, Bertrange
- [6] Wurm; K. (2020): Untersuchungsbericht Anlagensee. Auftraggeber Stadt Tübingen

11 Anhang

11.1 Rohdaten Wasser

Labor-Nr.	Probenahme	Bezeichnung	Lf	pH-Wert	Ks 4,3	AFS	GV _{AFS}	CSB		NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	P	PO ₄ -P	Fe	Zn	Al	SO ₄	Ca	K	Na
								gesamt	gelöst												
			[µS/cm]		[mmol/l]	[mg/l]	[% TS]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
1	25.06.2019	Zulauf	701		4,22			10,4			3,55		0,056	0,023							
2	25.06.2019	Ablauf	555		3,48			17,6			1,83		0,103	0,024							
3	16.07.2019	Zulauf	591		4,18			8,47			2,77		0,101	0,079							
4	16.07.2019	Ablauf	614		3,32			19,1			1,58		0,094	0,017				37,7			24,1
5	24.07.2019	Zulauf, 14:30 Uhr	740	7,8	2,96			9,31			4,31		0,190	0,155	0,31	10,8	0,19	57,1			
6	24.07.2019	Ablauf, 14:40 Uhr	614	7,8	2,40			15,5			1,38		0,081	0,025	0,05	6,72	0,08	52,9			
7	19.08.2019	Zulauf, 10:15 Uhr	543	7,8	2,78	26		16,3	0,31	3,89	0,07	0,242	0,206	0,61	14,2	0,40					30,7
8	19.08.2019	Ablauf, 10:25 Uhr	553	7,8	3,12	2		16,6	0,33	1,64	0,06	0,186	0,084	0,07	3,33	0,10					32,8
9	22.08.2019	Zulauf, 16:00 Uhr	662	8,2	4,18			9,85			3,43		0,159	0,137				55,7			
10	22.08.2019	Ablauf, 16:10 Uhr	561	7,8	3,14			11,7			2,05		0,151	0,104				51,0			
11	27.08.2019	Zulauf, 18:05 Uhr	809	8,1	4,12			15,6			8,52		0,295	0,252	0,23	8,42	0,14				
12	27.08.2019	Ablauf, 18:10 Uhr	596	7,7	3,48			21,7			1,73		0,132	0,035	0,11	6,02	0,04				
13	28.08.2019	Zulauf, 18:45 Uhr	841	8,1	4,24			11,4			6,39		0,276	0,237							
14	28.08.2019	Ablauf über Wehr 18:50 Uhr	614	7,6	3,74			13,9			1,75		0,138	0,073							
15	28.08.2019	Ablaufnah, Seewasser, 19:00 Uhr	424	7,5	2,04			36,1			0,54		0,127	0,016							
16	29.08.2019	Zulauf, vor Regenzufluss, 17:45 Uhr	871	8,1				24,8					0,341	0,215	1,78	37,6					
17	29.08.2019	Seewasser, ablaufseitig, 18:00 Uhr	463	7,6				34,9					0,183	0,018	0,04	2,96					
18	29.08.2019	Seeablauf Wehr, 18:05 Uhr	632	7,8				13,6					0,153	0,093	0,11	4,42					
19	29.08.2019	Zulauf, Regenabfluss, mineraltrüb, 18:30 Uhr	599	7,6		458		78,8					0,707	0,164	12,3	124					
20	29.08.2019	Zulauf, Regenabfluss, mineraltrüb, 19:00 Uhr	297	7,4		405		65,6					0,687	0,113	14,4	161					
21	30.08.2019	Zulauf, 19:25 Uhr	646	7,8				14,8			3,90		0,286	0,233	0,46	22,9					
22	30.08.2019	Seewasser, ablaufseitig, 19:30 Uhr	444	7,2				51,4			0,79		0,329	0,017	0,04	3,89					
23	30.08.2019	Wehrablauf, 19:35 Uhr	553	7,5				26,6			2,02		0,174	0,019	0,12	4,53					
		Probenahme 10:20 - 10:40 Uhr																			
24	01.09.2019	Zulauf	766	8,1				10,8			3,36		0,239	0,203	0,29	6,98					
25	01.09.2019	Seewasser, ablaufseitig	507	7,4				35,4			1,57		0,207	0,016	0,04	3,56					
26	01.09.2019	Wehrablauf	576	7,7				20,1			2,00		0,181	0,065	0,15	4,00					
27	04.09.2019	Zulauf, 10:50 Uhr	850	8,1				12,6			4,63		0,233	0,193	0,28	7,99					
28	04.09.2019	Seewasser, ablaufseitig, 11:20 Uhr	630	8,3				16,1			2,35		0,113	0,052	0,06	3,81					
29	04.09.2019	Wehrablauf, 11:25 Uhr	673	8,0				14,9			2,42		0,150	0,074	0,19	5,15					

Labor-Nr.	Probenahme	Bezeichnung	Lf	pH-Wert	Ks 4,3	AFS	GV _{AFS}	CSB	CSB	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	P	PO ₄ -P	Fe	Zn	Al	SO ₄	Ca	K	Na
								gesamt	gelöst												
			[µS/cm]		[mmol/l]	[mg/l]	[% TS]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
30	07.09.2019	Zulauf, 16:30 Uhr	970	8,2	4,48			11,6			5,80		0,319	0,276							
31	07.09.2019	Seewasser, ablaufnah, Oberfläche, 16:40 Uhr	676	7,6	3,22			51,2			1,70		0,331	0,016							
32	07.09.2019	Wehrablauf des Sees, 16:45 Uhr	770	8,1	3,88			19,4			2,92		0,197	0,081							
33	10.09.2019	Zulauf, 17:45 Uhr	686	8,1				11,2			3,11		0,253	0,241							
34	10.09.2019	Seewasser, ablaufnah, Oberfläche, 17:55 Uhr	681	8,0				24,4			2,38		0,271	0,104							
35	10.09.2019	Wehrablauf, Seewasser, 18:00 Uhr	689	8,0				16,3			2,62		0,225	0,148							
36	17.09.2019	Zulauf, leicht trüb, 8:35 Uhr	915	8,1		30		16,7			6,04	<0,01	0,365	0,221	0,89	24,2					
37	17.09.2019	Seewasser, ablaufseitig, 8:45 Uhr	727	7,9				24,3			2,86	0,05	0,155	0,009	0,03	4,43					
38	17.09.2019	Wehrablauf Seewasser, 8:50 Uhr	780	8,1				16,7			3,27	0,04	0,167	0,099	0,07	5,73					
39	20.09.2019	Zulauf, 17:40 Uhr	1040	8,2				16,1		0,01	6,93	<0,01	0,347	0,229	0,19	11,4					97,3
40	20.09.2019	Seewasser, zulaufseitig, 17:45 Uhr	836	7,9				37,0		0,42	3,42	0,07	0,284	0,022	0,06	6,27					69,1
41	20.09.2019	Seewasser, ablaufseitig, 17:00 Uhr	832	8,1				18,6		0,15	3,88	0,05	0,183	0,062	0,06	5,31					70,2
42	20.09.2019	Seeablauf über Wehr, 18:00 Uhr	853	8,2				15,1		0,13	4,14	0,03	0,188	0,099	0,28	6,48					72,2
43	23.09.2019	Zulauf bei Regen, 9:45 Uhr	641	7,7		127		54,0		0,94	3,47	0,08	0,912	0,357	3,58	68,0					51,3
44	23.09.2019	Seewasser, ablaufseitig, 10:00 Uhr	840	8,1				27,6		0,16	3,71	0,04	0,240	0,062	0,06	6,73					73,7
45	23.09.2019	Seeablauf, Wehr, 10:05 Uhr	864	8,1				21,2		0,16	3,77	0,04	0,216	0,074	0,09	5,42					71,9
46	24.09.2019	Zulauf leicht trüb, weitgehend TW-Zufluss, 9:00 Uhr	559	8,0				14,4			2,57	0,03	0,314	0,230	0,51	19,6					
47	24.09.2019	Seewasser, ablaufseitig, Oberfläche, 9:05 Uhr	806	8,1				19,0			3,55	0,05	0,238	0,121	0,13	7,61					
48	24.09.2019	Seeablauf, Wehr, 9:10 Uhr	828	8,1				18,4			3,48	0,05	0,251	0,119	0,15	9,10					
49	24.09.2019	Zulauf, klar, 16:50 Uhr	585	8,1				11,9			2,65		0,266	0,210	0,21	7,63					
50	24.09.2019	Seewasser, ablaufseitig, Oberfläche, 16:35 Uhr	799	8,0				40,0			3,21		0,332	0,058	0,06	8,25					
51	24.09.2019	Seeablauf, Wehr, 16:40 Uhr	817	8,1				19,0			3,45		0,225	0,099	0,17	11,7					
52	01.10.2019	Zulauf, 9:35 Uhr	811	8,1	4,02			11,5			4,93		0,229	0,174							61,4
53	01.10.2019	Seewasser, ablaufseitig, 10:15 Uhr	767	8,1	3,82			14,7			3,28		0,218	0,132							62,0
54	01.10.2019	Seeablauf, Wehr, 10:20 Uhr	767	8,1	3,78			14,5			3,34		0,220	0,134							62,5
55	12.10.2019	Seewasser, zulaufnah	657	8,0	3,56			11,3		0,23	2,40	0,04	0,229	0,192	0,10	5,45					56,3
56	12.10.2019	Seewasser, ablaufnah	657	8,0	3,66			12,3		0,19	2,35	0,06	0,212	0,175	0,11	5,56					57,1
57	26.10.2019	Seewasser, zulaufnah, 11:30 Uhr	646	7,9	3,62			11,7		0,12	1,40	0,03	0,172	0,117							56,7
58	26.10.2019	Seewasser, ablaufnah, 11:35 Uhr	648	7,9	3,64			11,8		0,13	1,35	0,03	0,169	0,111							58,5
59	05.11.2019	Seewasser, zulaufnah	638	7,8	3,04			11,6			0,64		0,111	0,039							58,4
60	05.11.2019	Seewasser, ablaufnah	638	7,7	3,36			13,5			0,68		0,099	0,035							58,3

Labor-Nr.	Probenahme	Bezeichnung	Lf	pH-Wert	Ks 4,3	AFS	GV _{AFS}	CSB	CSB	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	P	PO ₄ -P	Fe	Zn	Al	SO ₄	Ca	K	Na
								gesamt	gelöst				gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt
			[µS/cm]		[mmol/l]	[mg/l]	[% TS]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
61	16.11.2019	Zulauf, 11:20 Uhr	714	8,1	4,84			8,10			3,65		0,109	0,080				49,9			31,4
62	16.11.2019	Seewasser, ablaufseitig, 11:35 Uhr	653	8,0	3,82			10,1			1,08		0,103	0,071				55,0			40,3
63	16.11.2019	Seeablauf, Wehr, 11:40 Uhr	658	7,8	3,90			11,9			1,29		0,148	0,073				55,8			39,0
64	06.12.2019	Zulauf, 11:40 Uhr	810	7,6	2,74			9,32			3,74		0,086	0,062		5,51		64,7			45,2
65	06.12.2019	Ablaufseitiges Seewasser, Oberfläche unter 2 cm Eisdecke, 11:45 Uhr	799	7,7	2,70			8,39			3,54		0,085	0,061		5,77		66,8			44,0
66	06.12.2019	Seeablauf über Wehr, 11:50 Uhr	803	7,6	2,88			8,88			3,59		0,087	0,060		6,06		64,3			44,5
67	10.01.2020	Zulauf, 14:40 Uhr	792	8,3	4,52			7,28			4,41		0,100	0,073	0,10	8,62	0,06	66,9			46,1
68	10.01.2020	Seewasser, ablaufseitig, 16:00 Uhr	727	8,2	4,54			5,30			3,76		0,102	0,086	0,05	6,13	0,01	62,5			34,7
69	10.01.2020	Wehrablauf, Seewasser, 16:05 Uhr	728	8,2	4,52			5,95			3,76		0,104	0,087	0,05	6,72	0,02	61,6			34,7
70	01.02.2020	Zulauf, 13:45 Uhr	840	8,3	4,42			8,17			3,33		0,136	0,114				75,2			54,8
71	01.02.2020	Zulaufnahes Seewasser, 13:50 Uhr	895	8,2	4,26			7,96			3,72		0,172	0,150				73,9			69,5
72	01.02.2020	Zulauffernes Seewasser, 14:00 Uhr	893	8,2	4,20			7,69			3,69		0,170	0,147				73,3			67,7
73	01.02.2020	Wehrablauf, 14:10 Uhr	894	8,2	4,30			8,08			3,69		0,172	0,147				73,5			69,0
74	03.02.2020	Zulauf, gelbtrüb, 10:10 Uhr	323	7,7	2,24	1353		351			2,23		1,697	0,103	45,7	189	43,3	24,7			10,1
75	03.02.2020	Zulauf, gelbtrüb, 11:15 Uhr	329	7,7	2,28	1286		346			2,37		1,542	0,110	42,7	163	43,3	24,1			9,64
76	03.02.2020	Seewasser, Oberfläche ablaufseitig, 10:17 Uhr	716	8,0	3,64	21		13,2			2,86		0,209	0,140	1,11	16,9	1,66	61,1			46,3
77	03.02.2020	Wehrablauf, 10:20 Uhr	691	7,9	3,64	33		14,7			2,70		0,223	0,128	1,47	19,3	1,91	59,2			44,1
78	04.02.2020	Zulauf See, 9:25 Uhr	520	8,1	4,02	78		106		0,16	2,99	0,04	0,190	0,069	4,17		4,23	35,8			13,5
79	04.02.2020	Ablaufseitiges Seewasser, Oberfläche, 9:40 Uhr	637	8,0	3,48	44		15,7		0,13	2,72	0,03	0,243	0,121	3,89		4,19	53,8			39,0
80	04.02.2020	Wehrablauf Seewasser, 9:45 Uhr	643	8,0	3,56	36		15,8		0,14	2,71	0,04	0,245	0,125	3,90		4,50	54,5			39,6
81	04.02.2020	Neckar oh. Anlagensee, 10:10 Uhr	417	7,9	2,86	277		157		0,08	2,51	0,02	0,528	0,081	10,8		13,6	30,4			12,8
82	06.02.2020	Neckar oh. Anlagensee, südlicher Zweig, 8:55 Uhr	592					30,3			3,26		0,138	0,063	2,00	20,1	2,82	51,5			20,6
83	06.02.2020	Zufluss, 9:05 Uhr	620					25,9			3,20		0,100	0,055	0,67	15,7	1,02	38,4			14,9
84	06.02.2020	Seewasser, Oberfläche, ablaufseitig, 9:10 Uhr	635					59,4			2,67		0,193	0,098	2,53	21,6	3,76	51,5			34,7
85	06.02.2020	Wehrablauf, 9:15 Uhr	636					77,8			2,67		0,192	0,100	2,60	20,2	3,41	51,9			34,3
86	07.02.2020	Neckar, oh. Anlagensee, südlicher Zweig, 14:50 Uhr	645					12,1			3,54		0,096	0,050	0,82	9,00	0,88	62,1			19,7
87	07.02.2020	Zulauf, 14:55 Uhr	632					6,60			3,16		0,081	0,054	0,40	14,6	0,46	37,9			16,3
88	07.02.2020	Seewasser, ablaufseitig, Oberfläche, 15:05 Uhr	628					12,3			2,73		0,178	0,095	1,90	15,6	2,70	46,8			30,4
89	07.02.2020	Wehrablauf, 15:10 Uhr	628					13,1			2,73		0,187	0,096	1,92	16,8	3,36	46,6			30,6
90	09.02.2020	Neckar, oh. Anlagensee, südlicher Zweig, 12:20 Uhr	700					8,18			3,83		0,076	0,049	0,38	6,51	0,41	76,6			18,9
91	09.02.2020	Zulauf, 12:20 Uhr	633					6,09			3,08		0,085	0,063	0,20	4,02	0,18	39,2			16,8
92	09.02.2020	Seewasser, ablaufseitig, Oberfläche, 12:45 Uhr	631					10,3			2,80		0,141	0,086	1,23	17,1	2,23	45,5			27,6
93	09.02.2020	Wehrablauf, 12:50 Uhr	632					10,2			2,86		0,141	0,086	1,21	17,4	2,18	46,4			27,9

Labor-Nr.	Probenahme	Bezeichnung	Lf	pH-Wert	Ks 4,3	AFS	GV _{AFS}	CSB	CSB	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	P	PO ₄ -P	Fe	Zn	Al	SO ₄	Ca	K	Na
								gesamt	gelöst				gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt	gesamt
			[µS/cm]		[mmol/l]	[mg/l]	[% TS]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[µg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
94	21.02.2020	Seezulauf, 9:20 Uhr	642	8,2				9,29			3,21		0,122	0,066	0,72	10,1	0,57	46,6			19,2
95	21.02.2020	Seewasser, ablaufseitig, Oberfläche, 11:10 Uhr	617	8,2				6,14			2,96		0,090	0,062	0,34	4,41	0,42	43,4			18,4
96	21.02.2020	Seeablauf, Wehr, 11:15 Uhr	617	8,2				6,81			2,93		0,088	0,062	0,33	5,07	0,38	42,1			18,1
97	24.02.2020	Zulauf, 13:25 Uhr	564			20		11,3					0,175	0,108	0,72	20,8	1,02	42,6			17,9
98	24.02.2020	Seewasser, ablaufseitig, 13:30 Uhr	618			4		6,92					0,106	0,077	0,20	4,71	0,23	42,4			18,6
99	24.02.2020	Seeablauf Wehr, 13:35 Uhr	624			5		6,37					0,104	0,074	0,20	5,04	0,23	45,8			19,6
100	29.02.2020	Zulauf, 11:05 Uhr	673		4,84			9,46			3,01		0,094	0,056	0,48	6,28	0,61	51,2			23,2
101	29.02.2020	Seewasser, ablaufseitig, Oberfläche, 11:10 Uhr	628		4,48			7,84			2,65		0,087	0,053	0,30	4,87	0,46	47,4			22,4
102	29.02.2020	Seeablauf, Wehr, 11:15 Uhr	627		4,46			7,89			2,68		0,087	0,054	0,31	4,53	0,60	47,6			22,4
103	05.03.2020	Zulauf See, klar, 12:00 Uhr	655	8,2	4,80			7,95			2,72		0,079	0,050	0,34	6,40	0,40	47,1		3,77	22,0
104	05.03.2020	Seewasser, ablaufseitig, Oberfläche, 11:10 Uhr	614	8,2	4,48			10,1			2,24		0,061	0,012	0,12	3,12	0,13	47,0		3,57	21,6
105	05.03.2020	Seeablauf, Wehr, 11:15 Uhr	617	8,2	4,54			9,89			2,25		0,065	0,013	0,20	4,55	0,22	44,8		3,55	21,7
106	14.03.2020	Zulauf, 14:20 Uhr, klar	640	8,2	4,68			6,27			2,75		0,092	0,039	0,19		0,15				20,9
107	14.03.2020	Seewasser, ablaufseitig, 14:32 Uhr, brauntrüb	505	7,8	3,22			16,6			1,51		0,036	0,008	0,05		0,04				19,9
108	14.03.2020	Seeablauf, Wehr, 14:35 Uhr, brauntrüb	531	7,9	3,58			15,3			1,55		0,053	0,010	0,09		0,08				20,5
109	19.03.2020	Zulauf, 15:25 Uhr	669					5,69			3,19		0,101	0,076	0,13	3,95	0,07				
110	19.03.2020	Seewasser, ablaufseitig, 15:35 Uhr	487					12,1			1,55		0,027	0,004	0,04	2,04	0,03				
111	19.03.2020	Seeablauf, Wehr, 15:40 Uhr	493					20,2			1,44		0,047	0,005	0,07	2,88	0,07				
112	26.03.2020	Zulauf See, klar, 11:35 Uhr	723	8,2	4,76			6,06			3,58		0,092	0,070	0,20	5,44	0,18				29,7
113	26.03.2020	Seewasser, ablaufseitig, 11:40 Uhr	506	7,8	3,04			22,4			1,59		0,065	0,010	0,11	3,01	0,10				23,2
114	26.03.2020	Seeablauf, Wehr, 11:45 Uhr	510	7,7	3,12			23,0			1,55		0,073	0,008	0,13	3,65	0,11				23,4
115	31.03.2020	Zulauf See, 17:15 Uhr	684	8,3				6,78			3,14		0,101	0,064							
116	31.03.2020	Seewasser, ablaufseitig, 17:26 Uhr	483	7,5				23,9			1,41		0,075	0,019							
117	31.03.2020	Seeablauf, Wehr, 17:25 Uhr	509	7,6				24,5			1,39		0,081	0,018							
118	08.04.2020	Zulauf See, 15:20 Uhr	760	8,5				8,67			3,64		0,123	0,094							
119	08.04.2020	Seewasser, ablaufseitig, 15:30 Uhr	524	8,0				19,3			1,43		0,039	0,007							
120	08.04.2020	Seeablauf, Wehr, 15:35 Uhr	533	7,8				21,1			1,30		0,069	0,055							
121	15.04.2020	Zulauf See, 10:40 Uhr	733	8,2				8,24			3,98		0,168	0,135							
122	15.04.2020	Seewasser, ablaufseitig, 10:50 Uhr	600	8,0				14,6			1,81		0,060	0,009							
123	15.04.2020	Seeablauf, Wehr, 10:50 Uhr	611	7,9				14,8			1,83		0,082	0,011							
124	22.04.2020	Zulauf See, 16:00 Uhr	821	8,3				10,6			5,01		0,199	0,168	0,12						
125	22.04.2020	Seewasser, ablaufseitig, 16:20 Uhr	611	8,0				19,9			2,09		0,090	0,013	0,05						
126	22.04.2020	Seeablauf, Wehr, 16:25 Uhr	623	7,9				18,5			1,95		0,096	0,022	0,07						

Labor-Nr.	Probenahme	Bezeichnung	Lf	pH-Wert	Ks 4,3	AFS	CSB	NH ₄ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	P	PO ₄ -P	Fe	Zn	Al	SO ₄	K	Na
127	05.05.2020	Zulauf See	754	8,1	4,06		10,2		3,68		0,227	0,189				72,9		
128	05.05.2020	Seewasser, ablaufseitig	644	8,1	3,40		26,1		1,40		0,162	0,015				67,4		
129	05.05.2020	Seeablauf, Wehr	679	7,7	3,58		13,4		1,40		0,111	0,049				66,4		
130	20.05.2020	Zulauf	822	8,1	4,64		9,39		4,53		0,180	0,156	0,05		0,03			
131	20.05.2020	Seewasser, ablaufseitig	508	7,5	1,88		24,9		0,02		0,144	0,029	0,03		<0,01			
132	30.05.2020	Zulauf	867	8,1	4,50		11,1		5,66		0,239	0,206						
133	30.05.2020	Seewasser, ablaufseitig	576	7,6	2,56		27,8		0,45		0,299	0,087						
134	30.05.2020	Wehrablauf	608	7,6	3,10		24,2		0,62		0,594	0,473						
135	06.07.2020	Zulauf, 16:00 Uhr	870	8,1	4,64		12,2	0,03	5,92	0,06	0,378	0,328	0,12	8,81	0,17	89,8		55,3
136	06.07.2020	Seewasser, ablaufseitig, 16:10 Uhr	451	7,8	1,76		26,0	0,02	0,32	0,09	0,106	0,008	0,11	2,85	0,07	60,6		40,0
137	06.07.2020	Steinlach, Höhe Abzweig Mühlbach, 17:30 Uhr	734	8,0	3,90		11,1	0,01	5,08	0,06	0,390	0,342	0,08	10,3	0,12	69,1		44,1
138	11.07.2020	Steinlach, oberhalb Talheim	444						1,08		0,009	<0,001						
139	11.07.2020	Rechter Zufluss oberhalb Talheim	457						1,20		0,009	<0,001						
140	11.07.2020	Steinlach unterhalb Talheim	477						1,03		0,010	0,004						
141	11.07.2020	Rechter Zufluss unterhalb Probe 140	501						1,04		0,009	0,003						
142	11.07.2020	Steinlach unterhalb Wössingen	546						1,36		0,016	0,003						
143	11.07.2020	Steinlach oberhalb Nehrenheim	615						1,51		0,053	0,015						
144	11.07.2020	Rechter Zufluss unterhalb Dusslingen	566						2,67		0,022	0,008						
145	11.07.2020	Oberhalb KA Dusslingen	575						1,98		0,018	0,004						
146	11.07.2020	Steinnach Höhe Ableitung Mühlbach	892						5,96		0,273	0,223						
147	11.07.2020	Neckar oberhalb Anlagensee	964						3,11		0,041	0,014						
148	11.07.2020	Zulauf Anlagensee	989						7,23		0,343	0,290						
149	11.07.2020	Seewasser, ablaufseitig	496						0,53		0,146	0,013						
150	11.07.2020	Seeablauf, Wehr	596						1,45		0,231	0,036						
151	27.07.2020	Zulauf	785	8,3	2,50		13,2	0,02	3,77	0,05	0,372	0,195	0,12	7,84	0,19			51,0
152	27.07.2020	Seewasser, ablaufseitig	718	8,1	2,02		22,3	0,05	3,04	0,08	0,084	0,013	0,08	3,51	0,12			56,2
153	27.07.2020	Seeablauf, Wehr	816	8,1	2,22		18,3	0,49	3,15	0,11	0,133	0,027	0,18	6,53	0,19			61,3
154	16.08.2020	Zulauf, 11:30 Uhr	708	8,3	3,12		13,7	0,05			0,279	0,178	0,18	9,21	0,28	65,9		47,0
155	16.08.2020	Seewasser, ablaufseitig, 11:40 Uhr	601	8,0	2,02		20,3	0,10			0,129	0,015	0,12	6,50	0,23	67,9		53,5
156	16.08.2020	Wehrablauf, 11:45 Uhr	625	8,0	2,30		19,1	0,36			0,159	0,048	0,28	5,68	0,26	69,2		52,2
157	06.09.2020	Zulauf	766	8,2	4,42		9,99	0,03			0,254	0,225	0,17	7,84	0,28	63,6		44,8
158	06.09.2020	Seewasser, ablaufseitig	650	8,0	3,18		20,6	0,08			0,176	0,070	0,10	3,68	0,16	66,4		45,8
159	06.09.2020	Seeablauf, Wehr	667	7,9	3,22		16,2	0,39			0,156	0,103	0,27	6,07	0,32	66,9		45,0

11.2 Rohdaten Feststoffe

Labor-Nr.	Probenahmedatum	Probenbezeichnung	TS	LD	Korngrößenverteilung						Glühverlust	CaCO ₃	pH _{CaCl2}
					[mm]								
					<0,063	0,06-0,20	0,20-0,63	0,63-2,0	2,0-6,3	>6,3			
T+U	fS	mS	gS	fG	mG								
			[%FS]	[kg FM/l]	[%]						[%]	[%]	
Sedimentproben, 0-20 cm unter Sedimentoberfläche													
1	22.08.2019	zulaufnah	27,5	1,14	92,6	2,0	1,0	1,2	3,0	0,2	15,9	31,1	6,8
2	22.08.2019	mittig	33,1	1,34	99,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	9,86	46,1	7,0
3	22.08.2019	zulauffern	34,0	1,44	99,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,0	9,16	57,6	7,1
Sediment													
4	04.09.2019	Mühlbach, oberhalb See, Höhe Abzweig zum Neckar			91,7	5,5	1,1	1,2	0,5	0,0	16,5	25,6	
Sedimentproben, 0-20 cm über Neckarkies													
5	10.01.2020	zulaufnah	40,9	1,36	88,6	2,0	1,9	2,0	2,9	2,6	7,92	42,7	6,8
6	10.01.2020	mittig	38,4	1,21	97,6	1,2	0,5	0,3	0,1	0,3	8,70	35,1	6,8
7	10.01.2020	zulauffern	38,3	1,28	88,4	2,3	4,7	2,9	1,6	0,1	8,30	45,8	6,8

Labor-Nr.	Probenahmedatum	Probenbezeichnung	Königswasserlösliche Gehalte																								
			[mg/g]								[mg/kg TS]																
			Fe	Al	P	S	Ca	Mg	K	Na	Zn	Zn*	Cd	Cd*	Cu	Cu*	Pb	Pb*	Cr	Cr*	Ni	Ni*	Mn	As*	Hg*	Tl*	
Sedimentproben, 0-20 cm unter Sedimentoberfläche											* Analyse bei Eurofins nach DIN EN 13657: 2003-01 (Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock																
1	22.08.2019	zulaufnah	23,9	18,0	1,52	3,64	156	6,85	4,59	0,40	223	234	0,21	0,4	62,8	64	27,9	28	31,2	29	26,2	29	297	6,2	0,13	<0,2	
2	22.08.2019	mittig	15,6	15,5	1,27	3,15	244	5,44	4,32	0,31	164	207	0,18	0,4	55,3	60	22,4	27	26,4	32	20,6	26	191	6,1	0,16	0,2	
3	22.08.2019	zulauffern	11,6	12,1	1,08	4,25	281	3,85	3,42	0,30	115	122	0,16	0,2	40,5	37	14,6	16	18,7	21	14,8	17	129	3,2	<0,07	<0,2	
Sediment																											
4	04.09.2019	Mühlbach, oberhalb See, Höhe Abzweig zum Neckar	24,7	19,6	1,41	2,71	114	7,04	4,70	0,30	266		0,26		64,9		31,0		31,2		26,5		369				
Sedimentproben, 0-20 cm über Neckarkies											* Analyse bei Eurofins nach DIN EN 13657: 2003-01 (Aufschluss mittels temperaturregulierendem Graphitblock																
5	10.01.2020	zulaufnah									194		0,6		76		34		42				27		6,5	0,14	0,2
6	10.01.2020	mittig									256		1,3		130		48		43				29		8,4	0,21	0,3
7	10.01.2020	zulauffern									168		0,5		55		26		31				21		5,6	0,10	0,2

Labor-Nr.	Probenahmedatum	Probenbezeichnung	Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz				BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe aus der Originalsubstanz					
			TOC	EOX	Kohlenwasserstoffe		Benzol	Toluol	Ethylbenzol	m-/p-Xylol	o-Xylol	Summe BTEX
					C10 - C22	C10 - C40						
			[Ma-% TS]	[mg/kg TS]		[mg/kg TS]						
Sedimentproben, 0-20 cm unter Sedimentoberfläche												
1	22.08.2019	zulaufnah	6,9	< 1,0	< 40	230	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
2	22.08.2019	mittig	4,3	< 1,0	< 40	220	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
3	22.08.2019	zulauffern	2,8	< 1,0	< 40	130	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
Sediment												
4	04.09.2019	Mühlbach, oberhalb See, Höhe Abzweig zum Neckar										
Sedimentproben, 0-20 cm über Neckarkies												
5	10.01.2020	zulaufnah	3,9	< 1,0	89	320	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
6	10.01.2020	mittig	4,4	< 1,0	170	640	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
7	10.01.2020	zulauffern	4,3	< 1,0	< 40	320	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.

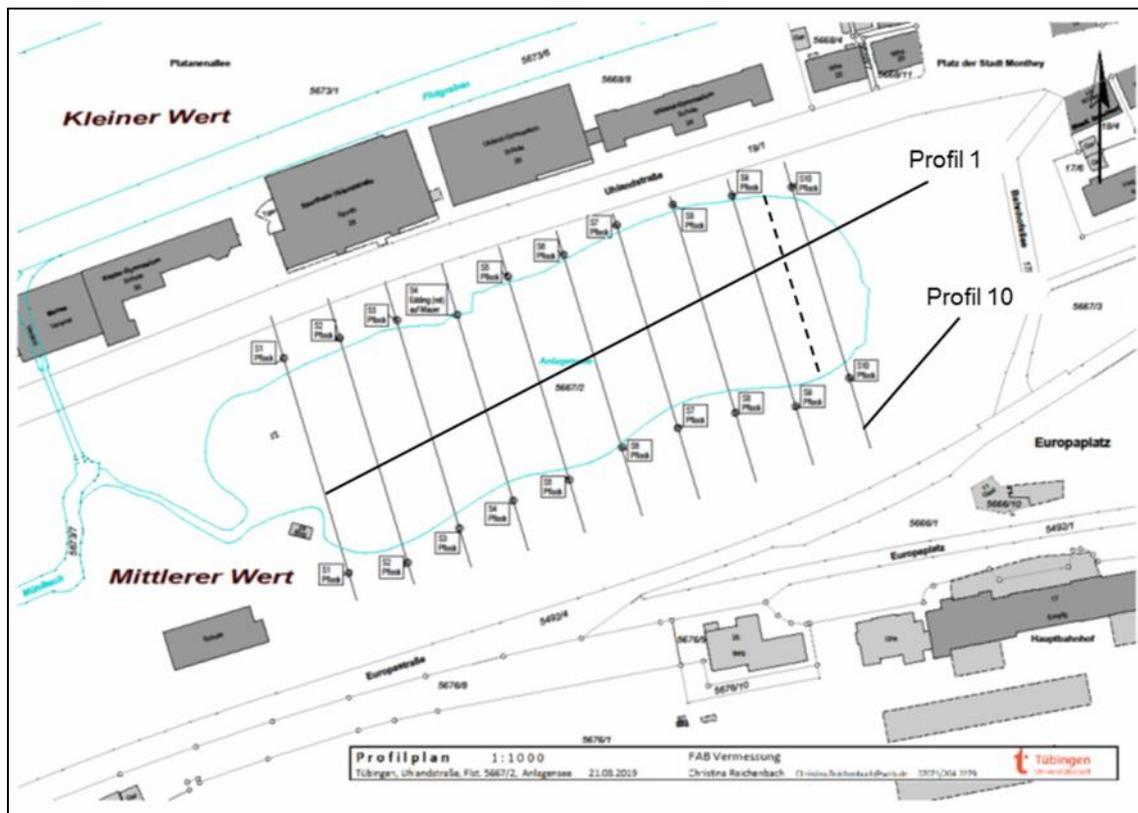
Labor-Nr.	Probenahmedatum	Probenbezeichnung	LHKW aus der Originalsubstanz										
			Dichlor	trans-1,2-	cis-1,2-	Chloroform	1,1,1-	Tetrachlor	Trichlor	Tetrachlor	1,1-Dichlor	1,2-Dichlor	Summe
			methan	Dichlorethen	Dichlorethen	Trichlormethan	Trichlorethan	methan	ethen	ethen	ethen	ethan	LHKW
			[mg/kg TS]										
Sedimentproben, 0-20 cm unter Sedimentoberfläche													
1	22.08.2019	zulaufnah	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
2	22.08.2019	mittig	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
3	22.08.2019	zulauffern	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
Sediment													
4	04.09.2019	Mühlbach, oberhalb See, Höhe Abzweig zum Neckar											
Sedimentproben, 0-20 cm über Neckarkies													
5	10.01.2020	zulaufnah	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
6	10.01.2020	mittig	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.
7	10.01.2020	zulauffern	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	n.b.

Labor-Nr.	Probenahmedatum	Probenbezeichnung	PAK												
			aus der Originalsubstanz												
			Naphthalin	Acena phthylene	Acena phthen	Fluoren	Phen anthren	Anthracen	Fluor anthen	Pyren	Benzo(a) anthracen	Chrysen	Benzo(b) fluoranthren	Benzo(k) fluoranthren	Benzo(a) pyren
[mg/kg TS]															
		Sedimentproben, 0-20 cm unter Sedimentoberfläche													
1	22.08.2019	zulaufnah	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,22	< 0,05	0,69	0,52	0,30	0,24	0,46	0,18	0,31
2	22.08.2019	mittig	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,15	< 0,05	0,44	0,33	0,21	0,17	0,38	0,15	0,23
3	22.08.2019	zulauffern	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,23	0,19	< 0,05	< 0,05	0,23	< 0,05	< 0,05
		Sediment													
4	04.09.2019	Mühlbach, oberhalb See, Höhe Abzweig zum Neckar Sedimentproben, 0-20 cm über Neckarkies													
5	10.01.2020	zulaufnah	< 0,05	0,16	< 0,05	< 0,05	0,16	0,21	0,64	0,53	0,27	0,22	0,57	0,20	0,34
6	10.01.2020	mittig	< 0,05	0,41	< 0,05	< 0,05	0,37	0,51	1,6	1,4	0,75	0,60	1,7	0,61	1,0
7	10.01.2020	zulauffern	< 0,05	0,17	< 0,05	< 0,05	0,14	0,20	0,54	0,46	0,23	0,18	0,53	0,18	0,31

Labor-Nr.	Probenahmedatum	Probenbezeichnung	PAK					PCB									
			aus der Originalsubstanz					aus der Originalsubstanz									
			Indeno(1.2.3-cd) pyren	Dibenzo(a,h) anthracen	Benzo(ghi) perylene	Summe 16 EPA-PAK exkl. BG	Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl. BG	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 153	PCB 138	PCB 180	Summe 6 DIN PCB exkl. BG	PCB 118	Summe PCB (7)	
[mg/kg TS]					[mg/kg TS]												
		Sedimentproben, 0-20 cm unter Sedimentoberfläche															
1	22.08.2019	zulaufnah	0,22	< 0,05	0,26	3,40	3,40	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	n.b.	< 0,01	n.b.
2	22.08.2019	mittig	0,17	< 0,05	0,19	2,42	2,42	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	n.b.	< 0,01	n.b.
3	22.08.2019	zulauffern	< 0,05	< 0,05	0,15	0,80	0,80	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	n.b.	< 0,01	n.b.
		Sediment															
4	04.09.2019	Mühlbach, oberhalb See, Höhe Abzweig zum Neckar Sedimentproben, 0-20 cm über Neckarkies															
5	10.01.2020	zulaufnah	0,28	< 0,05	0,30	3,88	3,88	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	n.b.	< 0,01	n.b.
6	10.01.2020	mittig	0,84	0,17	0,84	10,8	10,8	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	0,03	0,03	0,10	< 0,01	< 0,01	0,10
7	10.01.2020	zulauffern	0,29	< 0,05	0,30	3,53	3,53	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	n.b.	< 0,01	n.b.

11.3 Wasser- und Sedimentkataster

Profile Anlagensee Tübingen																	
22.08.2019																	
Profilabstände unterschiedlich. Wert siehe Spalte Profilabstand																	
Profil 1 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	67		
WT in m	0,00	1,45	1,80	2,00	2,15	2,07	2,05	2,15	2,05	2,05	2,00	1,90	1,80	1,40	0,00		
ST in m	0,00	1,45	3,05	3,15	2,71	2,84	2,65	2,83	2,95	2,88	2,24	2,00	1,90	1,40	0,00		
Sediment in m	0,00	0,00	1,25	1,15	0,56	0,77	0,60	0,68	0,90	0,83	0,24	0,10	0,10	0,00	0,00		
Profil 2 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	77
WT in m	0,00	0,80	2,00	2,10	2,10	2,20	2,12	2,10	2,15	2,10	2,05	2,00	1,95	1,92	1,80	1,16	0,00
ST in m	0,00	0,80	2,20	2,75	2,70	2,88	2,88	2,88	2,93	2,54	2,41	2,57	2,63	2,48	2,31	1,16	0,00
Sediment in m	0,00	0,00	0,20	0,65	0,60	0,68	0,76	0,78	0,78	0,44	0,36	0,57	0,68	0,56	0,51	0,00	0,00
Profil 3 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	
WT in m	0,00	0,40	2,00	2,10	2,15	2,15	2,25	2,20	2,20	2,20	2,15	2,10	2,00	1,90	1,60	0,00	
ST in m	0,00	0,40	2,08	2,30	2,69	2,59	2,65	3,00	2,88	3,02	3,13	2,89	2,23	2,15	1,60	0,00	
Sediment in m	0,00	0,00	0,08	0,20	0,54	0,44	0,40	0,80	0,68	0,82	0,98	0,79	0,23	0,25	0,00	0,00	
Profil 4 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65			
WT in m	0,50	1,80	2,10	2,20	2,20	2,22	2,22	2,20	2,22	2,20	2,15	2,04	1,91	0,00			
ST in m	0,50	1,80	3,10	2,99	2,80	2,75	2,74	2,94	3,25	2,73	2,40	2,12	1,91	0,00			
Sediment in m	0,00	0,00	1,00	0,79	0,60	0,53	0,52	0,74	1,03	0,53	0,25	0,08	0,00	0,00			
Profil 5 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	71,5	
WT in m	0,00	0,97	1,80	2,14	1,18	2,22	2,25	2,30	2,25	2,25	2,25	2,20	2,05	1,85	1,00	0,00	
ST in m	0,00	0,97	1,80	3,07	2,97	2,70	2,88	2,83	3,23	3,10	2,94	2,45	2,30	1,85	1,00	0,00	
Sediment in m	0,00	0,00	0,00	0,93	1,79	0,48	0,63	0,53	0,98	0,85	0,69	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	
Profil 6 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	71,5	
WT in m	0,00	1,94	2,15	2,24	2,25	2,30	2,31	2,30	2,39	2,30	2,26	2,20	2,10	2,02	0,60	0,00	
ST in m	0,00	1,94	3,40	3,23	2,75	2,94	2,99	3,15	2,60	2,69	2,94	2,71	2,62	2,15	0,60	0,00	
Sediment in m	0,00	0,00	1,25	0,99	0,50	0,64	0,68	0,85	0,21	0,39	0,68	0,51	0,52	0,13	0,00	0,00	
Profil 7 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	68		
WT in m	0,00	2,10	2,19	2,28	2,35	2,40	2,38	2,38	2,40	2,35	2,27	2,18	2,03	1,41	0,00		
ST in m	0,00	2,15	2,60	2,87	3,35	3,53	3,67	3,23	3,60	2,60	2,57	2,64	2,05	1,41	0,00		
Sediment in m	0,00	0,05	0,41	0,59	1,00	1,13	1,29	0,85	1,20	0,25	0,30	0,46	0,02	0,00	0,00		
Profil 8 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	69		
WT in m	0,00	2,06	2,18	2,30	2,40	2,45	2,45	2,50	2,45	2,40	2,30	2,25	2,10	1,60	0,00		
ST in m	0,00	2,40	2,68	2,75	3,70	3,27	3,38	3,52	3,61	2,95	2,75	2,90	2,40	1,60	0,00		
Sediment in m	0,00	0,34	0,50	0,45	1,30	0,82	0,93	1,02	1,16	0,55	0,45	0,65	0,30	0,00	0,00		
Profil 9 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	70,5	
WT in m	0,00	2,08	2,17	2,33	2,45	2,45	2,50	2,47	2,45	2,38	2,30	2,25	2,10	1,85	0,30	0,00	
ST in m	0,00	2,25	2,40	2,62	3,33	3,77	3,87	3,73	3,12	2,70	2,72	2,66	2,58	1,85	0,30	0,00	
Sediment in m	0,00	0,17	0,23	0,29	0,88	1,32	1,37	1,26	0,67	0,32	0,42	0,41	0,48	0,00	0,00	0,00	
Profil 10 in m	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	63			
WT in m	0,00	1,50	2,17	2,26	2,35	2,44	2,50	2,42	2,52	2,44	2,30	2,09	1,42	0,00			
ST in m	0,00	2,14	2,59	2,52	3,18	3,17	3,00	2,91	2,83	3,07	2,64	2,52	1,42	0,00			
Sediment in m	0,00	0,64	0,42	0,26	0,83	0,73	0,50	0,49	0,31	0,63	0,34	0,43	0,00	0,00			



		Mittlerer		Volumen in m ³	Draufsicht-Fläche in m ²
	Gesamte Breite in m	Profilabstand in m			
Profil 1	54	49	∅ Wassertiefe	Wasser	2.646
	(67 m + 47 m + 47 m)/3		1,66	4.387	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,48	1266,6	
Profil 2	77	23,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.810
			1,68	3.039	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,45	805,8	
Profil 3	75	23,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.763
			1,71	3.018	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,39	684,1	
Profil 4	65	23,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.528
			1,85	2.832	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,43	662,3	
Profil 5	71,5	23,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.680
			1,67	2.805	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,46	775,0	
Profil 6	71,5	23,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.680
			1,84	3.083	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,46	771,9	
Profil 7	68	23,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.598
			1,91	3.060	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,50	804,3	
Profil 8	69	23,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.622
			1,96	3.182	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,56	915,6	
Profil 9	70,5	23,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.657
			1,88	3.115	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,49	809,7	
Profil 10	48	26,5	∅ Wassertiefe	Wasser	1.272
	(67 m + 29 m)/2		1,89	2.400	
			∅ Sedimenttiefe	Sediment	
			0,40	507,0	
		263,5		S Wasser in m ³	S Fläche in m ²
				30.921	17.254
				S Sediment in m ³	
				8.002	

11.4 Profilgehalte, T_w , Lf, O_2 , SSI

Profilgehalte des Anlagensees, 22.08.2019

Tiefe in m	T_w in °C		Lf in $\mu\text{S/cm}$		O_2 in mg/l		SSI in %	
	8:00 Uhr	16:00 Uhr	8:00 Uhr	16:00 Uhr	8:00 Uhr	16:00 Uhr	8:00 Uhr	16:00 Uhr
0,0	19,0	24,2	568	557	5,95	6,68	66,4	82,1
0,5	19,3	23,3	565	557	5,89	6,61	65,8	79,8
1,0	19,3	22,1	564	555	5,83	6,44	65,3	75,2
1,5	19,4	21,0	563	558	5,79	6,38	66,8	73,6
2,0	19,2	20,2	574	572	5,83	4,51	65,1	51,0

Messungen in Seemitte

Profilgehalte des Anlagensees, 01.10.2019, 09:45 Uhr

Tiefe in m	T_w in °C	Lf in $\mu\text{S/cm}$	O_2 in mg/l	SSI in %
0,0	15,8	778	8,16	86,0
0,5	15,6	777	8,00	84,3
1,0	15,6	778	7,95	83,9
1,5	15,5	778	7,94	83,6
2,0	15,5	777	7,83	82,3

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 12.10.2019, 12:35 Uhr

Tiefe in m	T_w in °C	Lf in $\mu\text{S/cm}$	O_2 in mg/l	SSI in %
0,0	15,7	640	5,95	62,0
0,5	14,8	642	5,80	59,3
1,0	14,1	644	5,30	53,7
1,5	13,7	645	5,40	54,2
2,0	13,5	645	5,24	52,3

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 26.10.2019, 11:40 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	14,7	634	7,18	73,0
0,5	14,5	637	7,06	71,7
1,0	14,4	637	6,67	67,5
1,5	14,3	639	6,39	64,4
2,0	14,2	640	6,19	62,4

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 05.11.2019, 14:00 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	13,3	624	7,74	76,8
0,5	12,3	628	7,64	75,6
1,0	12,1	627	7,30	71,6
1,5	12,0	627	6,86	67,4
2,0	-	-	-	-

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 16.11.2019, 11:45 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	7,1	630	8,84	76,4
0,5	6,8	639	8,53	73,2
1,0	6,7	641	8,41	72,0
1,5	6,8	652	8,48	72,7
2,0	6,8	653	7,88	67,5

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 06.12.2019, 12:00 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	5,0	772	10,7	86,7
0,5	4,3	778	10,9	86,9
1,0	4,1	780	11,0	87,3
1,5	3,7	788	11,1	87,4
2,0	3,6	790	11,1	87,4

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 10.01.2020, 16:30 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	7,0	703	11,8	100
0,5	6,5	712	12,0	101
1,0	6,2	716	12,1	101
1,5	6,1	717	12,1	101
2,0	6,1	717	11,9	99,5

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 01.02.2020, 14:30 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	7,8	880	11,3	99,8
0,5	7,5	882	11,5	100
1,0	7,4	882	11,5	100
1,5	7,2	883	11,4	100
2,0	7,3	883	11,4	99,2

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 06.02.2020, 09:55 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	5,7	621	9,66	80,8
0,5	5,6	624	9,61	80,2
1,0	5,5	624	9,63	80,4
1,5	5,4	625	9,71	80,8
2,0	5,4	626	9,39	78,1

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 07.02.2020, 15:10 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	8,3	592	9,46	82,8
0,5	6,7	605	9,77	82,3
1,0	6,0	613	9,67	80,2
1,5	5,7	617	9,53	78,5
2,0	5,6	619	9,43	77,4

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 21.02.2020, 11:50 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	7,1	603	11,1	94,3
0,5	7,0	606	11,1	94,2
1,0	6,9	607	11,1	94,1
1,5	6,9	609	11,2	94,2
2,0	6,9	609	11,1	93,7

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 29.02.2020, 11:15 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	7,8	601	12,0	107
0,5	7,1	611	12,1	106
1,0	6,9	614	11,8	103
1,5	6,8	615	11,6	101
2,0	6,8	616	11,4	99,1

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 14.03.2020, 14:55 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	10,9	496	21,7	203
0,5	10,6	497	>22	>200
1,0	9,7	510	>22	>200
1,5	9,2	517	>22	>200
2,0	9,0	520	>22	>200

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 19.03.2020, 16:20 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	18,3	470	17,8	195
0,5	15,2	469	21,3	216
1,0	12,8	479	>22	>200
1,5	11,8	485	>22	>200
2,0	10,6	506	>22	>200

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 26.03.2020, 12:10 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	8,6	495	20,2	180
0,5	8,0	492	21,3	186
1,0	7,8	493	21,6	189
1,5	7,7	497	21,7	189
2,0	7,7	508	19,0	166

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 08.04.2020, 16:10 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	15,2	490	19,8	207
0,5	14,8	496	20,7	212
1,0	13,5	502	>22	>200
1,5	12,1	509	>22	>200
2,0	11,6	525	>22	>200

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 15.04.2020, 11:10 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	13,5	586	17,9	178
0,5	13,4	586	18,3	181
1,0	13,4	586	18,7	184
1,5	13,3	587	18,5	182
2,0	13,2	589	17,9	176

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 22.04.2020, 16:00 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	18,3	582	16,9	188
0,5	17,4	586	18,2	199
1,0	15,9	585	19,0	204
1,5	15,4	589	18,0	192
2,0	15,1	602	17,0	180

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 05.05.2020, 14:15 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	15,9	629	17,3	182
0,5	15,8	630	18,2	190
1,0	15,8	631	18,0	189
1,5	15,5	660	8,97	93,7
2,0	15,4	662	7,20	75,0

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 20.05.2020, 14:15 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	23,2	469	20,6	250
0,5	21,3	474	21,5	251
1,0	19,4	518	15,8	175
1,5	18,7	529	18,0	199
2,0	16,4	572	3,34	35,1

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 30.05.2020, 15:10 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	21,2	535	16,8	195
0,5	20,3	535	17,3	198
1,0	19,3	544	14,5	162
1,5	18,5	586	8,54	95,4
2,0	18,1	596	6,08	66,7

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 06.07.2020, 16:20 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	25,7	441	16,8	215
0,5	25,5	440	18,3	232
1,0	25,4	441	19,2	242
1,5	23,8	510	14,3	175
2,0	23,0	516	8,2	99,1

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 16.08.2020, 12:00 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	25,4	663	15,4	200
0,5	25,0	661	16,4	208
1,0	24,1	669	15,7	196
1,5	22,7	690	5,2	63,0
2,0	22,2	693	2,3	27,7

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt

Profilgehalte des Anlagensees, 06.09.2020, 13:30 Uhr

Tiefe	T _w	Lf	O ₂	SSI
in m	in °C	in µS/cm	in mg/l	in %
0,0	20,6	625	11,5	133
0,5	20,3	630	10,2	117
1,0	20,0	647	6,87	78,8
1,5	19,2	647	2,35	26,1
2,0	18,7	633	0,77	8,5

Messort 2 m von Ablaufmauer entfernt